53/45
Thesis Amsterdam 1920

# Over de gezichtsscherpte bij zwakke verlichting en gering contrast, speciaal bij myopen.

L. BIERENS DE HAAN.

OOGHEELKUNDIG MUSEUM
AMSTERDAM

LANE
MEDICAL LIBRARY
SEAL OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY
SEMPER VIRENS
1885

*Gift* of
Mr. William Wreden

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

LEESMUSEUM
AMSTERDAM
M

# OVER DE GEZICHTSSCHERPTE BIJ ZWAKKE VERLICHTING EN GERING CONTRAST, SPECIAAL BIJ MYOPEN.

LEESMUSEUM AMSTERDAM

Boek- en Steendrukkerij Eduard IJdo. — Leiden.

# Over de gezichtsscherpte bij zwakke verlichting en gering contrast, speciaal bij myopen.

---

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE AAN DE UNIVERSITEIT VAN AMSTERDAM, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS PROF. JHR. DR. J. SIX, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE, IN HET OPENBAAR TE VERDEDIGEN IN DE AULA DER UNIVERSITEIT, OP **MAANDAG 21 JUNI 1920,** DES NAMIDDAGS TE HALF 4 UUR,

DOOR

LEONARDUS BIERENS DE HAAN,
GEBOREN TE ZWOLLE.

LEIDEN. — EDUARD IJDO. — 1920.

TEESMUSEUM AMSTERDAM

AAN MIJNE VROUW.

*Bij het voltooien van dezen arbeid is het mij een behoefte U, Hoogleeraren en Docenten van de medische Faculteit, te bedanken voor al wat gij tot mijne vorming hebt bijdragen.*

*Vooral U, Hooggeleerde* Zeeman, *Hooggeachte promotor, ben ik zeer erkentelijk voor den voortdurenden steun, dien ge mij bij het samenstellen van mijn proefschrift steeds geboden hebt.*

*Niet minder dank ben ik U verder verschuldigd dat ge mij, toen ik nog in militairen dienst was, in de gelegenheid hebt gesteld Uwe kliniek en polikliniek te bezoeken, en me later in de rij van Uwe assistenten hebt opgenomen. Immers van hoe groote waarde is mij deze plaats, waar er tijd noch moeite gespaard wordt ons, jongere assistenten, kennis en liefde voor ons vak bij te brengen, en er op Uwe afdeeling van het Wilhelminagasthuis steeds zulk een aangename en werkelijk collegiale geest heerscht.*

*Ook aan U, Zeergeleerde* Otto Roelofs, *ben ik veel dank verschuldigd voor den nooit verflauwenden ijver, waarmee ge mij steeds bij onze waarnemingen hebt bijgestaan. Nooit was U iets te veel; steeds waart ge bereid mij verder te helpen als er iets haperde, en een deel van Uwen toch reeds zoo beperkten vrijen tijd, aan ons onderzoek te wijden.*

*Ten slotte een hartelijk woord van dank tot U, Zeergeleerde* Mulock Houwer, *dat ge mij in staat hebt gesteld op de Amsterdamsche Specialisten Polikliniek werkzaam te zijn. Uwe uitstekende en kameraadschappelijke voorlichting is me steeds een groote steun bij mijne opleiding tot oogarts.*

# INHOUD.


Bladz.

INLEIDING ..... 1

Vraagstelling.

HOOFDSTUK I ..... 6

HOOFDSTUK II ..... 36

CONCLUSIES ..... 50

HOOFDSTUK III ..... 52

Eigen onderzoekingen bij myopen.

EIND-CONCLUSIES ..... 93

TABELLEN ..... 96

CURVEN ..... 105

TABELLEN I—VI ..... 145

STELLINGEN ..... 151

# INLEIDING.

## Vraagstelling.

Hoe staat het met de gevoeligheid van den myoop ten opzichte van minder goede verlichting, en van geringe contrasten?

Het tot heden in de litteratuur neergelegde feitenmateriaal stelt ons nog niet in staat op deze vragen een afdoend antwoord te geven; en toch is de beantwoording van deze vraag in meerdere opzichten van groote beteekenis.

Zij mag belangrijk geacht worden uit zuiver klinisch en algemeen pathologisch oogpunt, omdat:

1e. zij kan bijdragen tot de kennis der functioneele en misschien der histologische veranderingen in het bijziende oog, tot de kennis van het wezen der myopie; maar zij heeft wellicht nog grooter beteekenis uit een sociaal-hygiënisch oogpunt;

2e. zij zal immers mede beslissen over de meerdere of mindere arbeidsgeschiktheid van den myoop in verschillende bedrijven;

3e. en men zal wellicht met haar rekening hebben te houden bij de bepaling der eischen welke aan verlichting etc. moeten worden gesteld.

De groote frequentie der myopie maakt het wenschelijk speciaal *hen* in dit opzicht te onderzoeken.

Ter bereiking van het hierboven aangeduide doel, stelden we een onderzoek in naar de gezichtsscherpte van den myoop onder verschillende omstandigheden, onder verschillende verlichting, en bij verschillende contrasten.

Een eerste moeilijkheid betrof nu de keuze van het object, waarmede we de gezichtsscherpte zouden bepalen. Deze bepaling zou men nl. kunnen doen:

1°. door, met Snellen, een onderzoek in te stellen naar het *minimum separabile*, of dit misschien te vervangen door een onderzoek naar den *gewaarwordingscirkel* en de *kleinste gewaarwordingsbreedte;*

2° door te onderzoeken den *optischen ruimtezin*, en wel door te bepalen het *kleinst waarneembare richtingsverschil;*

3°. door een onderzoek naar het *minimum visibile* of naar het *physiologisch punt* te doen, waarmee we ons dan gedeeltijk aansluiten bij Guillery.

Wij hadden een dubbele reden ons niet tot één object te beperken; vooreerst scheen het zeer wel mogelijk dat:

1°. de gewaarwordingscirkel, de kleinste gewaarwordingsbreedte, het kleinste richtingsverschil en het physiologisch punt in verschillende mate door een verminderde verlichting zouden worden gestoord; maar bovendien moest de mogelijkheid worden ondersteld:

2e. dat bij diverse ooggebreken (in casu bij Myopie) de betreffende factoren niet steeds gelijkelijk zouden lijden.

Het kan tegenover enkele der hiervoor te gebruiken objecten toch niet onverschillig zijn of het zien door een opticusaandoening, of door een foveaalaesie is gestoord. We kunnen vermoeden, dat het minimum visibile, volgens sommigen een vrij zuivere maat voor den lichtzin, gelijkelijk wordt gestoord of het zien door opticuslijden, of door laesie van de ontvangelementen is getroffen, maar zou de richtingszin bij den lijder aan een opticusaandoening, wiens staven en kegels hun plaats hebben behouden, evenzeer zijn gestoord als bij hem, wiens kegels door een retinaalproces zijn dooreengeworpen? Het zou niet verbazen indien een onderzoek tegenover deze 4 verschillende objecten van differentiaaldiagnostische beteekenis bleek te zijn voor den aard van het proces, dat de gezichtsscherpte deed dalen.

Nadat dan besloten was zoowel naar gewaarwordingscirkel, als kleinste gewaarwordingsbreedte, kleinste richtingsverschil en physiologisch punt van myopen bij verschillende verlichting, en verschillend contrast, een onderzoek in te stellen, moest hieraan noodzakelijk voorafgaan een onderzoek dierzelfde factoren bij een normaal persoon.

Het hiervolgende verslag van ons onderzoek geeft dienovereenkomstig:

In Hoofdstuk I een beschrijving en verklaring der

proefobjecten, en van den gang van elk onderzoek.

In Hoofdstuk II de resultaten van een uitvoerig onderzoek bij een enkel normaal persoon verricht, nl.:

*a.* den invloed van de verlichting op gew. cirkel, kleinste gew. breedte, kleinste richtingsverschil en physiologisch punt;

*b.* den invloed van het contrast op onze vier verschillende objecten;

*c.* de conclusies die we meenden te kunnen trekken betreffende den invloed van verlichting en contrast: litteratuur over deze onderwerpen;

*d.* conclusies betreffende het verschillend gedrag van verlichting en contrast ten opzichte van gewaarwordingscirkel, kleinste gew. breedte, optische ruimtezin en physiologisch punt.

In Hoofdstuk III.

*a.* een beschrijving van ons onderzoek bij myopen;

*b.* de resultaten bij myopen, telkens vergeleken met de resultaten die we bij een paar emmetropen vonden;

*c.* conclusies betreffende den invloed van de verlichting;

*d.* conclusies betreffende den invloed van het contrast, telkens vergeleken bij normale oogen;

*e.* conclusies betreffende het verschillende gedrag tegenover de vier objecten.

In een Slothoofdstuk een poging tot antwoord op de in den aanvang gerezen vragen:

1e. blijkt iets van grooter stoornis bij minder licht;

2e. blijkt iets van grooter stoornis bij minder contrast;

3e. is hieruit iets te concludeeren omtrent de histologie van het myopieproces, of omtrent andere oorzaken;

4e. is hieruit iets te concludeeren omtrent de arbeidsgeschiktheid van den myoop;

5. is hieruit iets te concludeeren omtrent de eischen, die, in verschillende beroepen, aan de verlichting gesteld moeten worden.

## HOOFDSTUK I.

Algemeen maakt men, bij het onderzoek naar de gezichtsscherpte, een verschil tusschen „Optisches Auflösungsvermögen" met het minimum separabile als maat, en „Optische Raumsinn".

De letters van Snellen hebben we voor onze waarnemingen niet gebruikt. Deze zijn niet bruikbaar voor een physiologisch onderzoek, daar de eene letter meer gebaseerd is op onderzoek naar het minimum separabile, zooals b.v. de E, de andere op „Optische Raumsinn", zooals de L, terwijl weer andere letters een onderzoek naar beiden in zich sluiten. Verder worden niet alle letters even gemakkelijk herkend, ook al zijn de hoeken, waaronder we de letters of de onderdeelen zien even groot [1]). Terwijl b. v., bij een zekere verlichting, de T op 36 M. gelezen kon worden, kon de daarnaast staande B pas op 30 M. gelezen worden, hoewel ze even groot waren. Ook zijn er nog andere moeilijkheden. Immers het lezen van een letter is niet alleen afhankelijk van het oog, maar ook van de psyche. Een ontwikkeld persoon zal, als hij de helft van

1) Guillery Archiv. fur Augenheilkunde Bd. 23 1891.

een letter ziet, de andere helft er bij raden, een onontwikkelde, die zelden leest of schrijft, zal er meer moeite mee hebben.

Dus is het zeer gerechtvaardigd andere proefobjecten te zoeken, men kan b.v. denken aan die van Boettcher en de internationale van Burchhardt. De eerste bestaan uit groepen van kleine rechthoeken en vierkanten, die afzonderlijk onder een hoek van iets meer dan 2′ onderscheiden worden; de laatsten uit groepen van punten, wier onderscheidingshoek 2′15″ is. Zonder twijfel worden hierdoor vele fouten vermeden. Toch zijn ze nog niet eenvoudig genoeg.

Bij onderzoek van massa's recruten kan men zich overtuigen dat velen niet zeer handig zijn in het tellen van het aantal punten in een groep, en dat hier dus weer persoonlijke geschiktheid van invloed is. Een onderzoek der gezichtsscherpte zal des te zuiverder zijn, en des te nauwkeuriger het werkelijke onderscheidingsvermogen van het oog aangeven, hoe meer alle bijkomstige (als psychische e. d.) invloeden uitgesloten zijn.

We wilden dus liever een onderzoek instellen naar het kleinste gewaarwordingsoppervlak, den gewaarwordingscirkel. Deze dekt zich waarschijnlijk met de grootte van het oppervlak van een netvlieskegel. Zoo men een rij van vierkante blokjes neemt, kan men de blokjes niet eerder gescheiden zien, voordat het netvliesbeeld van ieder blokje zich

minstens dekt met de grootte van den gewaarwordingscirkel.

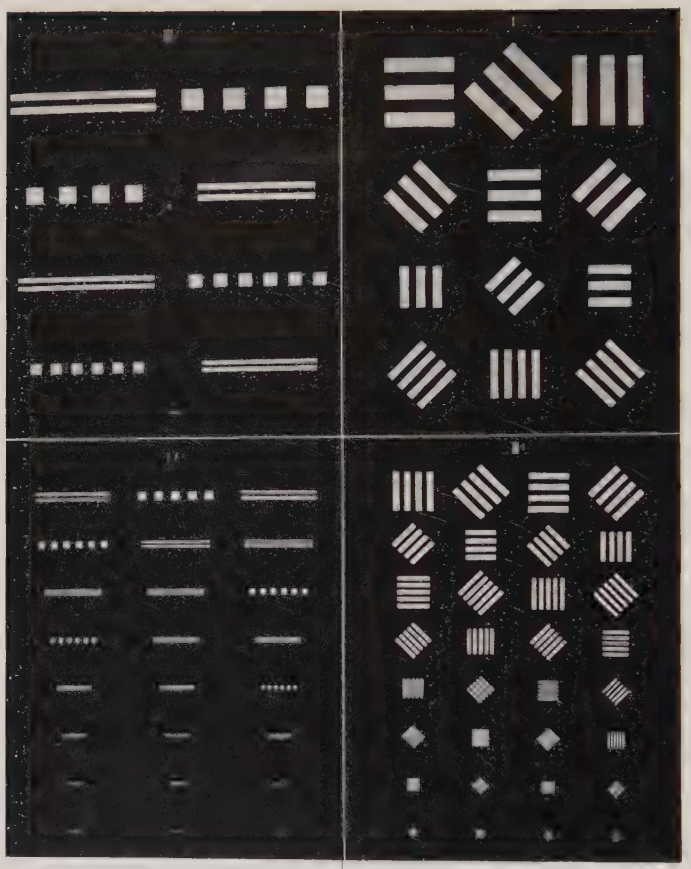
Het is gebleken dat de doorsnede van een gewaarwordingscirkel nog niet gelijk aan de kleinste gewaarwordings*breedte* behoeft te zijn. Practisch kan men dit hierdoor aantoonen dat een aantal evenwijdige lijnen, van gelijke dikte en tusschenruimten, veel eerder worden herkend dan een reeks punten van dezelfde dikte, en met dezelfde tusschenruimten.

Otto Roelofs[1]) heeft dit hierdoor trachten te verklaren dat men bij de gew. cirkel te maken heeft met de kegel als gezichtseenheid, terwijl de gew. breedte samenhangt met de ligging van een reeks kegels in een bepaalde richting, dat dus de grootte van de gew. cirkel afhangt van den afstand der middelpunten van twee naburige kegels, terwijl de kleinste gewaarwordingsbreedte afhangt van den afstand van de middens van twee naburige kegelreeksen.

Als aanvulling van het onderzoek naar den gewaarwordings*cirkel* hebben we dus een onderzoek ingesteld naar de kleinste gewaarwordings*breedte*, door als object te gebruiken een reeks van evenwijdige lijnen, van gelijke dikte en tusschenruimten, waarbij de onderzochte persoon moest aangeven in welke richting de lijnen geplaatst waren. Deze lijntjes

[1]) Dr. C. Otto Roelofs. Het minimum separabile en de kleinste gewaarwordingsbreedte. N. T. v. G. 1907. Tweede helft, blz. 849.

PLAAT 1.



Gewaarwordingscirkel. | Gewaarwordingsbreedte.

waren steeds zoo geteekend, dat iedere reeks een vierkant vormde, waardoor de onderzochte persoon geen aanknoopingspunt had om de richting der lijntjes te raden.

We gebruikten dan voor het onderzoek naar de gewaarwordingscirkel stippellijnen, waarvan iedere stip een vierkant blokje was, met evengroote tusschenruimten. De doorsneden der blokjes waren op de verschillende platen resp. 1.5, 2, 3, 4.5, 6, 7.5, 9, 12, 15, 18, 24 en 30 m.M. (zie plaat 1).

Naast iedere stippellijn was een volgeteekende lijn getrokken, en de proefpersoon had dan slechts aan te geven welke lijn uit blokjes bestond, de rechter of de linker. Daar de blokjeslijn dus uit precies evenveel zwart als wit bestond, zou hij, indien we de volgetrokken lijn geheel zwart hadden gemaakt, door deze dubbele hoeveelheid zwart, misschien eerder hebben kunnen vermoeden welke de blokjeslijn en welke de andere lijn was. Daartoe lieten we, in de lengterichting van de volgeteekende lijn, een wit middengedeelte open van de helft van de breedte, zoodat de volgeteekende lijn ook uit precies even veel zwart als wit bestond.

Voor het onderzoek der kleinste gewaarwordings*breedte* gebruikten we reeksen van evenwijdige lijnen, waarvan de dikte en onderlinge afstand was: 1, 1.5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15 en 20 m.M. (zie plaat 1).

We zullen onder absolute gewaarwordingsbreedte verstaan: de gewaarwordingsbreedte bij ideale ver-

lichting en het sterkste contrast, en onder relatieve gewaarwordingsbreedte, die bij een bepaalde verlichting en een bepaald contrast.

Om nu de grootte van gewaarwordingscirkel en kleinste gewaarwordingsbreedte te meten bij verschillend contrast, gebruikten we zwarte punten en lijnen op witten achtergrond, op lichtgrijzen, en donkergrijzen achtergrond; tevens witte punten en lijnen op zwarten, donkergrijzen en lichtgrijzen achtergrond (zie plaat 2).

In de tweede plaats werd een onderzoek ingesteld naar den optischen ruimtezin.

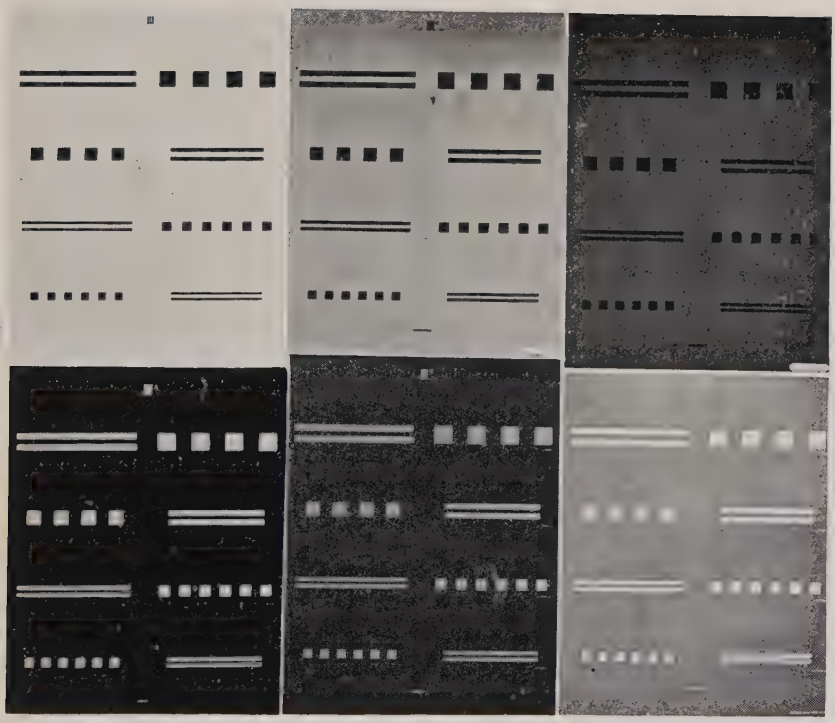
Hering[1]) schrijft ergens: „Man hat sich gewöhnt als Maass der Sehschärfe den Gesichtswinkel des kleinsten gegenseitigen Abstandes zu benutzen, bei welchem zwei möglichst feine Punkte oder Linien noch gesondert wahrnehmbar sind.

Als geëignete Objecte für solche Messungen boten sich z. B. Doppelsterne oder Liniengitter, welche man bei möglichst vollkommener Accommodation eben noch aufzulösen vermag. Auf solche Weise aber bestimmt man zwar die Grenze des optischen Auflösungsvermögens, nicht aber die eigentliche Feinheit des Optischen Raumsinns, d. h. man misst nicht die kleinste Verschiedenheit der Lage bezw. Grösse, welche das Auge noch zu erkennen vermag.

Dass man den kleinsten Abstand zweier Punkte

[1]) E. Hering Ueber die Grenzen der Sehschärfe. Verhandlungen der Kön. Sächsischen Ges. der Wissenschaften, 1899.

PLAAT 2.



De zes verschillende door ons gebruikte contrasten.

oder Striche, welche noch auflösbar sind, nicht ohne Weiteres als Maass der Feinheit des opt. Raumsinns nehmen darf, geht zunächst schon daraus hervor, dass z. B. die Auflösung einer hellen Doppellinie die Wahrnehmung einer dunklen, die beiden hellen Linien trennenden Zwischenlinie voraussetzt, daher man hier nicht bloss einen Lagenunterschied der beiden hellen Linien sondern zugleich auch die noch kleinere Lageverschiedenheit der dunklen Zwischenlinie und je einer hellen Linie erkennt. Somit entspricht der Gesichtswinkel des kleinsten hier wahrgenommenen Lagenunterschieds nicht dem Abstande der beiden hellen Linien, sondern dem Lagenunterschied des dunklen Zwischenraumes und je einer hellen Linie. Für letzteren Gesichtswinkel aber dürfte man höchstens die Hälfte des ersteren annehmen. Wenn also z. B. für die Distanz eines Linienpaares welches eben noch auflösbar ist, ein Gesichtswinkel von 50 Secunden gefunden würde, so wären für den Gesichtswinkel des kleinsten hierbei erkannten Lagenunterschieds höchstens 25″ zu setzen.

Denken wir uns einmal in üblicher Weise den centralen Theil der Netzhaut in so viel hexagonale Flächenelemente zerlegt, als es auf gleicher Fläche Netzhautzapfen giebt, und nehmen wir ferner an, dass für die räumliche Wahrnehmung jedem dieser Sehfeldelemente, wie ich sie nennen will, ein Raumwerth zukommt, welcher eben merklich verschieden ist von den Raumwerthen aller seinen Nachbarn,

soll unter solchen Umständen ein leuchtender Doppelpunkt noch auflösbar sein, so dürfen seine beiden Netzhautbilder bzw. ihre Irradiationsgebiete einander nicht so nahe kommen bzw. sich nicht soweit übereinander schieben, dass nicht zwischen zwei belichteten Sehfeldelementen ein merklich minder belichtete noch Platz hat. Der gegenseitige Abstand der Punkte kann daher, selbst wenn wir eine ideale, in Wirklichkeit nie erreichte Schärfe ihrer Netzhautbilder annehmen, nie kleiner sein als der Durchmesser eines Sehfeldelementes. Dasselbe gilt von Doppellinien, wobei ich, wie auch im Folgenden, ganz davon absehe, dass das Netzhautbild einer Geraden selbst bei der regelmässigsten Anordnung der Sehfeldelemente doch nur in ganz besonderen Fällen eine in gerader Flucht liegende Reihe von Elementen treffen könnte, im Allgemeinen aber auf eine Reihe mehr oder weniger zickzackförmig angeordneter Elemente zu liegen kommt.

Eine zur einen seitlichen Hälfte schwarze, zur andern weisse Fläche sei durch einen horizontal und rechtwinklig zur geraden Grenzlinie des Weiss und Schwarz geführten Schnitt in eine obere und untere Hälfte getheilt, und die untere Hälfte gegen die obere mittels Mikrometer-schraube verschiebbar. Solange beide Hälften der verticalen Grenzlinie in einen Flucht liegen, sehen wir eine einzige gerade Linie, deren scheinbare Lage bestimmt ist durch die Raumwerthe (Breitenwerthe) sämmtlicher Sehfeld-

elemente, auf welche das Bild der Linie zu liegen kommt. Setzen wir den idealen, aber vielleicht nie genau verwirklichten Fall, dass die betroffenen Sehfeldelemente in geraden, und zufällig den Bilde der Grenzlinie parallelen Reihen angeordnet wären, so ergeben sich zunächst zwei, durch die Figuren 1*a* und *b*, und Fig. 2 versinnlichte Möglichkeiten.

Fig. 1*a* zeigt uns die untere Bildhelfte der Grenzlinie des Weiss auf der Elementenreihe m.m. derart liegend, dass eine kleine Verschiebung, wie sie die obere Hälfte des Linienbildes bereits zeigt, zureichend ist, um ausser den schon betroffenen auch noch Elemente der Reihe n.n. durch das Licht der weissen Flächenhälfte zu erregen. Sobald nun die Erregung des letztgenannten Elemente gross genug wird, um merklich zu werden, wird auch die Lageverschiedenheit der beiden Linienhälften merklich werden können, insoweit unsere Annahme richtig ist, dass je zwei benachbarten Sehfeldelemente eben merklich verschiedene Ortswerthe zukommen. Freilich wird eine kleine Verschiebung des Linienbildes auf der Netzhaut hinreichen, um beide Linienhälften wieder auf eine und dieselbe Elementenreihe von durchgängig gleichem Breitenwerth zu bringen, wie es Fig. 1*b* zeigt; aber eine kleine abermalige Verschiebung des Auges in derselben oder in entgegengesetzter Richtung wird beide Linienhälften wieder auf Reihen verschiedenen Breitenwerthes schieben, und so kann die zwar

vorübergehende, aber sich wiederholende Merklichkeit der Lageverschiedenheit genügend sein, die letztere für die Wahrnehmung zu sichern.

Ein zweiter, schematischer Fall ist in Fig. 2 dargestellt, wo die Grenzlinie je zwei Seiten der regelmässig hexagonalen Sehfeldelemente parallel

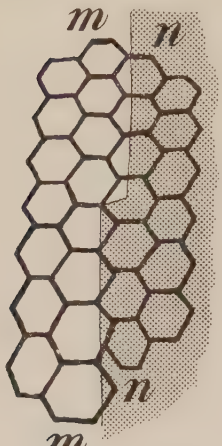



fig.1a

fig.1b

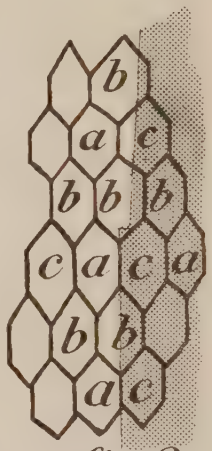
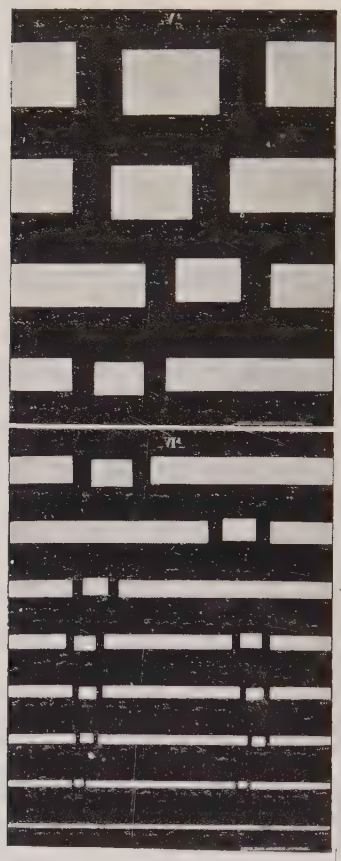



fig.2

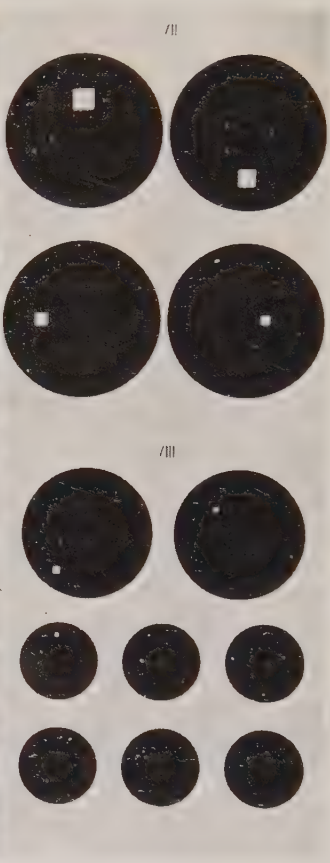
liegt. Die untere Hälfte des Bildes der Grenzlinie läuft abwechselend über die Mittellinie eines Elementes (*b*) und über die Grenzlinie zwischen je zwei Elementen; ihre scheinbare Breitenlage wird also eine Resultirende aus den Breitenwerthen der mit *a* und *b* bezeichneten Elemente sein.

Die obere Hälfte der Grenzlinie des Weiss aber ist über die Grenze der mit *a* bezeichneten Elemente etwas nach rechts auf die mit *c* bezeichneten

# PLAAT 3.



Richtingsverschil.



Physiologisch punt.

Elementenreihe gerückt, und ihre scheinbare Breitenlage wird durch die Breitenwerthe der mit *b* und *c* bezeichneten Elemente bestimmt und von der Lage der unteren Bildhälfte eben merklich verschieden sein, sofern die Erregung der *c* Elemente merklich wird."

Deze aanhaling van den beroemden physioloog moge volstaan om aan te toonen dat het niet overbodig scheen ons nog van andere objecten te bedienen, wilden we ook iets ervaren omtrent den optischen ruimtezin. We gebruikten hiertoe balken van verschillende breedte, die op een of twee plaatsen onderbroken waren, terwijl in het onderbroken gedeelte een stuk van de balk iets omhoog of iets omlaag verplaatst was. Dit onderbreken van de balk biedt het voordeel dat de onderzochte persoon wist waar hij het verplaatste stuk te zoeken had, en hij dus uitsluitend te zeggen had of het losse stuk in de eene of in de andere richting verplaatst was. De afstanden, waarover de stukken naar boven of naar beneden verschoven waren bedroegen 0.5, 1, 1,5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 en 12 m.M. (zie plaat 3).

Ook deze balken waren wederom geteekend: zwart op wit, lichtgrijs en donkergrijs, en wit op zwart, donkergrijs en lichtgrijs.

In de derde plaats deden we een onderzoek naar het *Physiologisch Punt*, d.w.z. het kleinste oppervlak

van een bepaalde helderheid, dat bij verschillende verlichtingen nog kan worden herkend.

Guillery[1]) zegt: Volgens Nagel (Graefe-Saemisch Bd. 6) wordt de graad van gezichtsscherpte gegeven door het kleinste netvliesbeeld dat, bij voldoende verlichting, en scherpst mogelijke instelling van het oog, voldoende is om twee gescheiden punten van elkaar te onderscheiden. Waarom nu nog niet een stapje verder gegaan, en het herkennen van één punt tot maatstaf genomen."

Snellen (Graefe-Saemisch Bd. 3) heeft dit wel is waar reeds verworpen omdat de waarneming van een enkel punt geheel afhankelijk zou zijn van de lichtsterkte, en bij voldoende verlichting ook het kleinste voorwerp nog herkend zou worden. Met een punt of een vlak zou de *Lichtzin* gemeten worden, d. i. de gevoeligheid van het oog voor lichtindrukken, die echter geen maatstaf geeft voor de gezichtsscherpte waarvoor men het minimum separabile tusschen twee punten zou hebben te bepalen.

Koster heeft in 1906 (Graefe's Archif Bnd 64 blz. 133) op de gebrekkige bewijsvoering van vóór en tegenstrijders van Guillery's puntproeven gewezen, en gepoogd nauwkeuriger te omschrijven wat bij dit onderzoek nu inderdaad wordt onderzocht; hij kwam daarbij ter ééne zijde tot de gevolg-

---

[1]) Guillery Archiv für Augenheilkunde, Bd. 23, 1891.

trekking, dat Guillery's methode op hetzelfde principe berustte, als die methoden, waarbij twee of meer punten of lijnen worden gebruikt, ter andere zijde wees hij op practische moeilijkheden, die zich toch bij het gebruik van deze objecten zouden voordoen. De methode biedt z. i. dus wel eenige voordeelen, maar leent zich toch niet voor klinisch gebruik. Hij wijst er bovendien terecht op dat men wel moet onderscheiden tusschen het gebruik van witte punten op zwart veld en van zwarte punten op een wit veld.

De waarneming van een enkel *licht*punt is wel afhankelijk van de lichtsterkte, en men kan, bij uiterst sterk licht en donkeren achtergrond, zelfs nog voorwerpen herkennen die als punt in wiskunstigen zin zouden kunnen gelden, zooals de sterren, al is ook voor deze, door de verstrooingscirkels, wier grootte deels van de qualiteit van den kijker, deels van den bouw van het oog afhangt, het ontstaande netvliesbeeld geen mathematisch punt, maar bezit het altijd een zekere doorsnede.

Proeven over den kleinsten hoek, waaronder een *zwart* punt op een wit veld juist zichtbaar wordt, ondervinden minder invloed van verlichting, verschillen in wezen weinig van onderzoekingen naar het minimum separabile. Zij zijn meermalen gedaan, en men vond dat de grootte van het daarbij ontstaande netvliesbeeld ongeveer overeenkwam met de doorsnede van een kegeltje der fovea centralis.

Aubert (Graefe-Saemisch Bd 2) geeft aan een hoek van 35″ als gemiddelde; de kleinste, onder de gunstigste voorwaarden, was 25″.

Hiermede komen overeen de proeven van Tobias Mayer en Hueck, die hoeken vonden van 30″ tot 36″. Guillery vond 35″ al zeer hoog, en wil, voor de praktijk, de onderste grens wat hooger stellen, b.v. 50″.

Ik heb mij van beide objecten bediend, witte punt op donker veld en zwarten punt op licht veld; we zullen zien of de resultaten met deze laatste objecten inderdaad parallel loopen aan die welke met rijen van punten of strepen werden verkregen.

Om zeker te zijn dat het punt werkelijk herkend wordt, en om ieder zelfbedrog uit te sluiten, moet men ieder punt een bepaald herkenningsteeken geven, b.v. door verschillende cirkels te teekenen, en dan de punt afwisselend in een der quadranten of in het midden van zoo'n cirkel te plaatsen. Wij gebruikten vierkantjes van 0.5, 1, 1.5, 2, 3, 4.5, 6, 9, 12, 18, 24 en 30 m.M. doorsnede (zie plaat 3). Ook deze waren wederom geteekend zwart op wit, lichtgrijs en donkergrijs, en wit op zwart, donkergrijs en lichtgrijs.

Het onderzoek met de objecten voor het bepalen van gewaarwordingscirkel, kleinste gewaarwordingsbreedte, kleinste richtingsverschil, en physiologisch punt, afgebeeld op de platen 1, 2 en 3, geschiedde in

een volkomen donker vertrek. De objecten werden verlicht door een lichtkast, waarin 5 electrische lampen, van 200 kaarsen elk, brandden, waarvoor schermen met ronde openingen van verschillende doorsneden geplaatst konden worden. Een melkglasplaat met verstelbaar diaphragma, dat hier weer vóór was geplaatst, stelde ons in staat de verlichting nog nauwkeuriger te regelen. De opening van dit laatste diaphragma kon op een verdeelde schaal worden afgelezen. De opening van dit diaphragma was regelbaar van 1 tot 100. Daar gebleken was dat de waarden 1—5, en 95—100 niet zuiver waren, gebruikten we alleen de waarden 5—95. De maximum hoeveelheid licht bleek, volgens een onderzoek met den photoptometer van Weber, 15 Meterkaarsen te bedragen.

Beginnen we thans met de beschrijving van het onderzoek, door coll. Roelofs en mij verricht, waarbij mijn linker oog (E + 0.5, ac V. = 1 f.) onderzocht werd. Daar we bij myopen ook steeds de bepalingen monoculair deden, werd ook in dit geval steeds alleen het linker oog onderzocht; het rechter werd met een kapje afgesloten.

In de eerste plaats deden we het onderzoek bij vasten afstand (4 M.) tusschen proefobject en waarnemer, en variabele verlichting (af te lezen op onze lichtkast), d.w.z. ik was op 4 M. afstand der objecten gezeten, en coll. Roelofs draaide het diaphragma van de lichtkast langzaam open, totdat ik

op een gegeven moment het object kon herkennen.

Nadat het vertrek 20 min. volkomen donker was gebleven, werd het object langzamerhand verlicht, en moest ik waarschuwen zoodra ik het gevraagde object kon herkennen. Steeds werd begonnen met de grootste objecten in iedere serie, die dus bij de zwakste verlichting herkenbaar waren. Hierdoor was het overbodig telkens weer 20 min. in het donker te verblijven. Zoodra nu, bij langzaam toenemende verlichting, het object was herkend, werd op de lichtkast, in verband met diaphragma, opening in het scherm, en het aantal lampen dat brandde, de lichtsterkte afgelezen.

Ter contrôle deden we vervolgens een tweede reeks bepalingen. Na wederom 20 min. donker-adaptatie, werd de grootste afstand bepaald waarop ik, bij een bepaalde verlichting, een bepaald object kon herkennen; d.w.z. ik begon op 10 M. afstand, en kwam dan steeds dichterbij, tot dat ik het object herkende.

Daar het bleek dat de uitkomsten van een onderzoek niet steeds dezelfde waren, hebben we iedere bepaling 5 keer herhaald, en daar dan de gemiddelden van genomen. In 't geheel deden we dus op 2 verschillende manieren, van 4 objecten in 6 contrasten, van 12 verschillende grootten, ieder 5 bepalingen, of 2880 waarnemingen.

Men zou verwachten dat de resultaten der beide manieren (vaste afstand met variabele verlichting,

en vaste verlichting met variabelen afstand) elkaar geheel dekken zouden. Dit was evenwel niet het geval, en laat zich op de volgende wijze verklaren:

Bij het onderzoek op vasten afstand (4 M.) zal de snelheid waarmede Roelofs de verlichting deed toenemen, niet zonder invloed zijn. Draait hij langzaam aan het diaphragma dan zal de waarnemer zich extra inspannen, en wellicht een betere gezichtsscherpte vertoonen, dan wanneer het diaphragma sneller wordt opengedraaid.

Bij het naderen van af 10 M. zal het van de verwachtingen van den waarnemer afhangen of hij sneller of voorzichtiger dichterbij komt, waardoor wederom de resultaten wel den grootst mogelijken afstand zullen aangeven.

Wat weten we van de gezichtsscherpte bij verschil van verlichting? Het is een feit van dagelijksche ervaring dat bij afnemende verlichting minder scherp gezien wordt.

Bestaat er nu een eenvoudig verband tusschen gezichtsscherpte en verlichting. „Een zekere mate van afhankelijkheid bestaat, maar het verband tusschen beiden is niet zoo regelmatig, als men zich dat allicht denkt," zegt Piekema[1]) in zijn dissertatie.

Bovendien heeft men met zooveel verschillende factoren rekening te houden, dat het opsporen van

---

[1]) J. Piekema over gezichtsscherpte bij verschil van verlichting. Acad. Proefschrift, Utrecht 1897.

dat verband niet gemakkelijk is. Het is zoo goed als onmogelijk, bij een onderzoek in deze richting, alle bronnen van fouten uit te sluiten.

Dit is misschien een verklaring voor het feit, dat zoovelen te vergeefs een oplossing voor dit belangrijke en moeilijke vraagstuk hebben gezocht.

Als eerste experimentator op dit gebied wordt vermeld Tobias Mayer[1]), die in 1754 te Goettingen astronoom was.

Deze bepaalde de gezichtsscherpte voor bepaalde stellen van lijnen bij daglicht en bij kunstlicht.

Uitgaande van de stelling, dat de verlichting omgekeerd evenredig is aan het vierkant van den afstand tusschen voorwerp en lichtbron, varieerde hij zijne verlichting, door een kaars van een afstand van 13 voet langzamerhand tot op $\frac{1}{2}$ voet te doen naderen, en nu telkens te meten, op welken afstand hij bij een bepaalde verlichting de lijnen kon herkennen.

Hij komt tot de formule

$$S = \frac{158''}{\sqrt[6]{h}}$$

waarin S = de gezichtshoek
h = de lichtintensiteit.

De gezichtshoek is dus omgekeerd en bijgevolg de gezichtsscherpte recht evenredig met den zesdenmachtswortel uit de intensiteit van het licht.

---

[1]) Tobias Mayer: Experimenta circa visus aciem. Comm. soc. reg. Goettingen Tom. IV ad annum 1754 pag. 97—112.

Förster[1]) kwam in 1857 door een reeks van proeven tot het resultaat, dat, naarmate de gezichtshoek kleiner is, de helderheid grooter moet zijn, zoo nog waarneming tot stand komen zal.

In 1865 heeft Aubert[2]) bij daglicht, dat door diaphragma's van verschillende grootte in een donker vertrek werd toegelaten, met schriftproeven van Jaeger waarnemingen gedaan, waaraan hij zelf geen conclusies ontleent.

Zij gaven Mauthner aanleiding tot een berekening en tot de uitspraak, dat Auberts methode de beste was: „um unter Verwendung des diffusen Tageslichtes zu einer Lösung der Frage zu kommen, die überhaupt möglich ist".

In het jaar 1873 verscheen van de hand van Dr. Th. Klein[3]) te Parijs een belangrijk werkje, waarin proeven zijn beschreven, ondernomen om een verband tusschen verlichting en visus aan te toonen. Zijn opvatting der gezichtsscherpte blijkt uit de volgende aanhalingen:

(pag. 12) „La faculté plus ou moins grande de percevoir deux points séparés a reçu le nom d'acuité visuelle", en (pag. 16): „Deux objets lumineux sont perçus séparément, lorsque la moitié au moins de leurs images touche deux éléments retiniens non

---

[1]) Mauthner: Die Optischen Fehler des Auges.

[2]) Aubert: Physiologie der Netzhaut.

[3]) Klein: De l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle. Paris 1873.

contigus et que l'élément intermediaire est semblablement affecté par un interval obscur". Klein werkte bij electrisch licht, en heeft in tal van curven zijn waarnemingen neergelegd. Hij vond dat bij een toename van de sterkte van het licht tot 10.000 eenheden, nog steeds een vermeerdering van gezichtsscherpte kon worden aangetoond.

Op een prijsvraag, in 1876 uitgeschreven door de Faculteit van Innsbrück, waarbij een mathematische wet gevraagd werd, betreffende het verband tusschen visus en verlichting kwam een antwoord in van Posch[1]), dat een bekroning waard gekeurd werd.

Hij gebruikte kunstlicht en bekeek verschillend gerichte groepen van witte door even breede zwarte tusschenruimten gescheiden evenwijdige lijnen. Deze werden telkens anders gerangschikt, zoodat hier zelfbedrog was uitgesloten.

Posch vond hierbij: „dass die Sehschärfe wächst, als der Logarithmus aus der Lichtintensität".

Ook controleerde Posch de proeven van Aubert, en kwam tot nagenoeg dezelfde uitkomsten. Hij maakt er opmerkzaam op, dat Aubert een dergelijk resultaat ook verkregen heeft voor de waarneming van lichtverschillen, dat nl.: de gevoeligheid voor lichtverschillen vermindert als de logarithmus uit de lichtintensiteit.

Carp (1876 Diss. Marburg) onderzocht het effect

[1]) Posch. A. 1876. Uber Sehschärfe und Beleuchtung. Archiv. für Augenheilkunde. Bd. V pag. 17.

van lichtvermindering op den visus, door gekleurde glazen te gebruiken, een methode door Schmidt-Rimpler aanbevolen. Hij deed zijn onderzoekingen bij emmetropen en ametropen, en gebruikte Snellen's haken als proefobject. Meestal kon bij Emmetropen het daglicht tot $^1/_{20}$ verminderd worden, zonder dat de visus afnam. Bij myopen trad eerder vermindering van visus op.

Doerinckel (Diss. Marburg 1876) gebruikte dezelfde methode bij oudere menschen, en vond hier verminderden visus.

Ricco (1877) (Ann. di. Ott. Vol. VI, p. 3), deed onderzoekingen met betrekkelijk geringe verschillen in intensiteit van het licht, die hij regelde met roteerende sectoren. Hij vestigt er de aandacht op, dat de kleinste gezichtshoek, behalve van het licht, afhankelijk is van:

1. de omgeving van het object,
2. de pupilwijdte,
3. de vermoeienis en
4. de gezichtsscherpte.

In 1879 deed Cohn[1]) eenige onderzoekingen, waarbij hij de letterproeven van Burchhardt en Snellen aan een beschouwing onderwierp, bij gaslicht, daglicht en electrisch licht. Bij het electrische licht was voor beide soorten de gezichtsscherpte grooter, terwijl de grens dezelfde was. Zoo vond

[1]) Cohn, Sehschärfe und Farbensinn bei electr. Licht. Centralblatt für pract. Augenhlk.

hij voor den kleinsten gezichtshoek 42—45 secunden, waarmee overeenkomt een retina-beeld van 0.003 mM.

Manolescu 1880 (Annales d'Oculistique) gebruikte cirkels en lijnen, en formuleerde een wet, dat het product van afstand van het licht en van het oog constant is, dus dat de minimale gezichtshoek omgekeerd evenredig is aan de wortel uit de lichtintensiteit. Zijn lichtsterkten variëerden van 1 tot 64.

Charpentier[1]) onderzocht den invloed van het geprikkelde retinaoppervlak op de gevoeligheid voor licht. Hij vraagt zich af: étant données des surfaces lumineuses de différente étendue, faut-il leur donner dans tous les cas le même éclairement pour déterminer une sensation dans l'appareil rétinien? J'avais remarqué en premier lieu qu'en présentant à l'oeil des carrés lumineux de plusieurs surfaces differentes il faillait leur donner la même clarté minimum pour déterminer une sensation dans la rétine. L'oeil en expérience était à une distance de 20 centimètres des carrés, et ceux-ci avaient les trois surfaces suivantes:

2 m M. de côté; surface 4 m.M².
4 „ „ „ ; „ 16 „
12 „ „ „ ; „ 144 „

Plus tard, l'idée me vint de renouveler l'expé-

[1]) Dr. Aug. Charpentier. Nouvelles recherches sur la sensibilité de la rétine. Arch. d'Ophtalm. 1882 pg. 234, 308 en 487.

rience avec des surfaces plus petites, et je vis avec étonnement q'au dessous de 2 m.M. de côté, plus la surface diminuait et plus il fallait de lumière pour produire la sensation.

Quant à la valeur précise existant entre ces deux éléments, minimum de clarté visible et surface excitée, je ne la remarquai pas tout d'abord, et ce ne fut qu' après de longues et minutieuses expériences que je pus reconnaître que dans les conditions précédentes il fallait, pour produire la sensation, un éclairement inversement proportionnel à la surface lumineuse.

Hij vond dus bij voorwerpen van meer dan 2 m.M. in 't vierkant geen invloed van de verlichting op 20 c.M. afstand; werd het oppervlak kleiner dan was de minimum lichthoeveelheid omgekeerd evenredig aan het oppervlak.

Dan gaat hij verder: „il est intéressant de calculer le diamètre de l'image rétinienne produite dans les conditions de nos expériences, par ce carré de 2 m.M. de côté formant la limite entre les surfaces influant sur la sensibilité lumineuse et celles qui n'ont pas d'influence. Or on trouvera facilement que cette limite correspond sur la rétine à un diamètre d'environ 0.17 m.M. Il est frappant de remarquer que ce diametre est sensiblement le même que celui de la „fovea centralis", qui est, d'après Koelliker, de 0.18 à 0.22[5].

Après avoir étudié les surfaces lumineuses uni-

formes et leur influence sur la sensibilité rétinienne, j'ai voulu aborder un sujet un peu plus complexe, celui de la perception de points lumineux séparés par des intervalles obscurs. C'est en effet par là qu'il faut débuter pour éclaircir la question si mal connue de l'acuité visuelle ou de la vision proprement dite.

Je me suis donc proposé de déterminer quelle clarté il fallait donner à deux ou plusieurs points de largeur définie, séparés par un intervalle défini, sur un fond obscur, pour que l'oeil distinguât ces points les uns des autres."

Hij neemt daartoe een zwart scherm met 4 gaatjes van 0.2 m.M. in doorsnede, geplaatst op de hoekpunten van een vierkant van 1 m.M. doorsnede, ook weer op 20 c.M. afstand van 't oog. Dit scherm gaat hij dan verlichten: „or, quand j'ouvrais lentement le diaphragma destiné à donner la clarté à ces points, à un moment donné je percevais une lueur uniformément diffuse, occupant toute la surface du carré formé par mes quatre points. A ce moment et pour cet éclairement je n'avais aucune notion de l'existence des quatre points. Ce n'est que pour un éclairement beaucoup plus intense que je distinguais tout d'un coup, et nettement, sans irradiation, les points en question."

Dan doet hij 't zelfde onderzoek na 10 of 20 min. donker-adaptatie; hij ziet dan het diffuse licht met 30 tot 50 keer minder licht dan eerst, „mais il faudra

toujours le même éclairement que dans la première expérience pour produire la distinction, par la rétine, des quatre points composant l'objet."

Hij deed hetzelfde onderzoek bij verschillende personen, en vond altijd: „doube phase dans la perception d'un objet constitué par plusieurs points lumineux séparés; phase diffuse se produisant avec des quantités de lumière variables suivant l'état d'adaptation de la rétine; phase de distinction se produisant subitement et nettement pour une quantité de lumière plus grande, mais constante."

Hij maakt dan onderscheid tusschen „la *sensibilité lumineuse*, fonction diffuse, rudimentaire, et la *sensibilité visuelle* propement dite, plus complexe", en komt tot de volgende conclusies:

1e. L'éclairement minimum nécessaire pour la perception de petites surfaces lumineuses est inversement proportionnel à leur étendue.

2e. L'éclairement minimum nécessare pour la perception de grandes surfaces lumineuses est indépendant de leur étendue.

3e. La limite d'étendue rétinienne au-dessus de laquelle la surface n'influence plus la perception lumineuse correspond à peu près aux dimensions de la fovea.

4e. Les mêmes lois m'ont paru applicables à la vision indirecte.

5e. Il y a lieu de distinguer de la sensibilité lumineuse brute la sensibilité visuelle ou perception des foyers distincts d'excitation lumineuse.

6e. La sensibilité visuelle exige pour sa production plus de lumière que la sensibilité lumineuse simple.

7e. La sensibilité visuelle n'est pas affectée par l'obscuration de oeil; elle se produit toujours pour un même minimum de clarté malgré la diversité des conditions physiologiques."

In 1883 kwam Cohn voor den dag met een deel zijner talrijke onderzoekingen. In het Archiv fur Augenh. Bd. XII pag. 233 vindt men zijn: „Untersuchungen über die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung". Hij vermeldt zijn proeven, waarbij hij op den voorgrond stelt dat er groote individueele verschillen bestaan: zoo werd door een enkele reeds bij een lichtintensiteit van $1^1/_2$ normaalkaars volle visus bereikt.

Als gemiddelde vond hij volle gezichtsscherpte bij een lichtintensiteit van 5.9 normaalkaarsen. Hij vergeet echter dat de definitie der gezichtsscherpte, volgens welke als eenheid het onderscheiden onder een hoek van 1 minuut is aangenomen, geheel conventioneel is, en dat dus voor tal van personen $V = {}^6/_6$ niet het maximum is dat ze bereiken kunnen. Juist met dit maximum moest hij rekening houden".

König (1897. Verh. der physik. Ges. Berlin, vol. VIII p. 9) deed zeer nauwkeurige onderzoekingen met wit en monochromatisch licht. Hij gebruikte Snellen's haakfiguren, met 5′ als eenheid van gezichtshoek. Hij veranderde de lichtintensiteit door

verschillende lichtbronnen te gebruiken, verschillende afstanden van de leesproeven, en gerookte glazen. De eenheid van licht was 1 Hefner-meter.

De proeven werden op verschillende manieren gedaan:

1e. mat hij den hoek (afstand van de proef) met constante verlichting,

2e. mat hij de verlichting bij constanten hoek,

3e. vergeleek hij de verlichting en den gezichtshoek, wanneer zoowel de afstand van den waarnemer, en die van het licht van zijn proefobjecten veranderde.

De lichtintensiteit ging van 0.00036 tot 644,80, en de visus nam hierbij toe van 0.031 tot 1,750.

Hij zegt verder [1]): probeert men om een wet te vinden, volgens welke de gezichtsscherpte van de verlichtingsintensiteit afhangt, door de waarden B (verlichting) en S (gezichtsscherpte), van deze tabellen graphisch op te teekenen, dan blijkt al dadelijk dat daarbij geen overzichtelijkheid te verkrijgen is, want als men de groote waarden van B nog opteekenen wil, moet men een maatstaf kiezen, waarbij de kleinere waarden van B haast in één punt samenvallen. Kiest men echter niet B, maar log. B als abscis, dan overwint men niet alleen dit bezwaar, doch dan treedt tevens dadelijk de gezochte samenhang

---

[1]) Arthur König Gesammelte Abhandlungen zur Physiologischen Optik. Leipzig 1903 pg. 382.

tusschen verlichtingsintensiteit en gezichtsscherpte, naar voren.

Op deze wijze stelt hij dan een curve samen van 121 punten. Van 1—20 is de curve een rechte lijn, met een flauwe helling. Bij 20 is de lichtsterkte 0.013, de ac. V. = 0.088. Van 21 tot 29 maakt de curve een scherpe bocht naar boven. Bij 30 is de lichtintensiteit = 0.13, en de ac. V. = 0.242. Van 30 tot 103 is de curve een rechte lijn, met een sterke helling naar boven.

Bij 103 is de lichtsterkte 316, en de ac. V. = 1.6. Van 104 tot 121 is de curve een horizontale lijn. König stelt zich op het door hem (ook door van Kries en reeds vroeger door Parinaud) verdedigde standpunt, dat twee verschillende elementen van de percipieerende laag van de retina bij de gezichtsscherpte betrokken zijn.

Hij komt tot de conclusie[1]): „Evenals bij toenemende intensiteit van het in het oog vallende licht de gewaarwording éérst door de prikkeling der staafjes, en pas later door de prikkeling der kegeltjes plaats heeft, zoo geschiedt ook het waarnemen van vormen, bij toenemende verlichting, éérst door de staafjes en pas later door de kegeltjes. De scherpte van deze waarneming S (gezichtsscherpte) is voor beide elementen een lineaire functie van den log. uit de verlichtingsintensiteit B van het

---

[1]) Blz. 392 l. c.

geziene object. S = a (log. B—log. C). De factor a is van den aard van het gebruikte licht onafhankelijk, maar voor de „kegeltjesgezichtsscherpte" ongeveer tienmaal grooter dan voor de „staafjesgezichtsscherpte". De constante C is omgekeerd evenredig aan de intensiteit van het gebruikte licht, waarbij we er aan moeten denken, dat deze intensiteiten verschillend zijn, alnaarmate staafjes of kegeltjes tot opname van den lichtprikkel dienen.

Ook Parsons heeft zich met dit onderwijs bezig gehouden, blijkens zijn artikelen: Scotopia, or vision in dull illumination, The Royal London Ophthalmic Hospital Reports, July 1912, en Influence of Illumination on visual acuity (1914) en zijn rapport hierover op het International Medical Congres te Londen. Hij geeft echter geen eigen onderzoekingen, en geen nieuwe gezichtspunten.

Wij noemden reeds het onderzoek van Piekema[1]). Het had hem geleerd dat de gezichtsscherpte snel stijgt tot bij 10 normaal-kaarsen, daarna zeer langzaam, en dat het onverschillig is of de verlichting 30 of 50 kaarsen bedraagt. Hiermede scheen het vraagstuk in zekeren zin opgelost, tot het in 1917 opnieuw in studie werd genomen door Mej. Hulshoff Pol[2]). Deze onderzocht nl. de gezichtsscherpte bij verschil in verlichting, en vooral ook

[1]) Piekema, Dissertatie, Utrecht, 1897.

[2]) G. G. J. Hulshoff Pol. Over verlichting bij fijnen arbeid. N. T. v. G. 1917, tweede helft, blz. 1120.

bij verschil in contrast. Zij gebruikte nieuwe optotypen van Straub, d. w. z. gewijzigde haken van Snellen.

Bij onderzoek bleek haar dat een verlichting van 10 Meterkaarsen niet voldoende was om V = 1 te bereiken; zij had daarvoor 37 M. K. noodig, terwijl de curve bij toeneming tot 140 M. K. nog stijgt tot V = 1.1.

Zij komt voorts tot de conclusie dat:

1e. indien de gezichtsscherpte bepaald wordt met zwarte proefvoorwerpen op witten grond, bij een verlichting van 37 M. K. een normale gezichtsscherpte bereikt wordt, die bij sterker verlichting nog slechts weinig toeneemt;

2e. dat bij deze verlichting van ongeveer 37 M. K. en meer, het verschil tusschen voorwerp en omgeving vrij gering kan zijn, zonder de gezichtsscherpte noemenswaard te benadeelen;

3e. dat echter een nog verdere verzwakking van het contrast steeds tot vermindering van gezichtsscherpte voert;

4e. dat de invloed van sterkere verlichting dan 40 M. K. op de gezichtsscherpte, die bij groot contrast uiterst gering gebleken was, bij zwakke contrasten zeer duidelijk voor den dag komt;

5e. dat bij eenzelfde verlichting een gering contrast beter wordt verdragen op een licht, dan op een donker veld.

Waar deze verschillen in gezichtsscherpte noch

aan verlichting, noch aan contrastverschillen, noch aan adaptatie geweten kunnen worden (ze deed dezelfde waarnemingen nog eens over, bij verschillende adaptatie-toestanden), voelt ze zich gerechtigd ze te beschouwen als het gevolg van het verschillend terugkaatsend vermogen der proefvelden.

Overzien we ten slotte wat de literatuur ons over dit onderwerp biedt, dan blijkt er wel een communis opinio te bestaan over het feit dat de verlichting van duidelijken invloed is op de gezichtsscherpte. Door de meeste onderzoekers is dit echter alleen onderzocht voor de gewaarwordingsbreedte. Ook is met het verschil in contrast slechts sporadisch rekening gehouden, zoodat het dus zeker wel de moeite loont dit nog eens nader te onderzoeken.

## HOOFDSTUK II.

Beschouwen we thans de curven, die we, naar de resultaten van onze waarnemingen, geconstrueerd hebben.

In de eerste plaats hebben we de curven A, B, C, D, E, F, G en H.

A en B toonen de resultaten van de waarnemingen van de kleinste gewaarwordingsbreedte.

C en D betreffen den gewaarwordingscirkel.

E en F het richtingsverschil.

G en H het physiologisch punt.

De eerste van elk tweetal (A, C, E, G) is geconstrueerd naar het resultaat van de onderzoekingen op 4 M. afstand, waarbij we dus elk object onder een vasten hoek zagen, en we de geringste verlichting zochten, waarbij dit object herkend kon worden.

De tweede curve van elk tweetal (dus B, D, F en H) stelt het resultaat voor van de waarnemingen bij enkele constante verlichtingen, waarbij ik van 10 M. afstand langzaam naderend, den grootsten afstand bepaalde waarop elk object als zoodanig, bij die bepaalde verlichting, kon worden herkend.

Op de abscis is afgezet de logarithme van de

verlichting. Daar we voor het maximum van verlichting dat we met ons apparaat konden verkrijgen, een willekeurige waarde 10.000 hadden genomen, staat op de horizontale lijn rechts als maximum aangegeven het cijfer 4 (= log. 10.000), en is de abscis dus verdeeld van 0 tot 4.

Op de ordinaat staat aangegeven de log. van den sinus van den hoek waaronder ik het object zag. Daar deze hoek varieerde van 26″ tot ruim 6° 25″, en log. sin. van deze hoeken resp. 6.10054— 10 en 9.94827—10 bedraagt, konden we volstaan met op deze verticale lijn de waarden 6, 7, 8, 9 en 10 te markeeren.

Beschouwen we thans *Curve A* eens nader.

*Curve A. Gew. breedte.* — Deze stelt, zooals ik reeds zeide, de waarnemingen voor van de *kleinste gewaarwordingsbreedte.*

De lijnen 1 tot 6 hebben betrekking op de 6 verschillende contrasten, die we gebruikten, nl.

1 = zwart-wit.
2 = zwart-lichtgrijs.
3 = zwart-donkergrijs.
4 = wit-zwart.
5 = wit-donkergrijs.
6 = wit-lichtgrijs.

Over 't algemeen loopen de lijnen van links-boven naar rechts-beneden, d.w.z., als de verlichting sterker wordt, (verder naar rechts), wordt de hoek, waar-

onder we een bepaald object kunnen herkennen, kleiner (verder naar beneden), een ervaringsfeit uit het dagelijksche leven.

De lijn 1 (zwart-wit) ligt, een enkele kronkeling uitgezonderd, toch wel 't meest naar links, dus hiervoor was de benoodigde lichthoeveelheid wel 't geringste. 4, 5 en 6 slingeren door elkaar, of m.a.w. of witte objecten op een zwarten, donkergrijzen of lichtgrijzen achtergrond worden afgebeeld, doet niet zoo erg veel ter zake.

Verder zien we dat 2 en 3 (de slechtste contrasten) verder naar rechts liggen dan de anderen, m.a.w.: bij slechter contrast (zwart-grijs) is de verlichting noodig om een zelfde object onder een zelfden hoek te zien, veel grooter dan bij de sterkere contrasten. De eveneens geringe contrasten 5 en 6 liggen echter, verder links, in de onmiddelijke nabijheid van 1 en 2. Het contrast wit-grijs schijnt dus lang niet zooveel licht te eischen als de combinatie zwart-grijs, (zie Hulshoff Pol). Bij witte objecten op een grijs veld en bij zwarte objecten op een grijs veld, kan het contrast b.v. hetzelfde zijn, terwijl toch de visus in het eerste geval grooter is. De eerste plaat zal dan echter veel licht terugkaatsen, de laatste weinig. Bij een zwak contrast, dat we hier veronderstellen, is de hoek, die noodig is, betrekkelijk groot; bij sterk licht kunnen we met een kleineren hoek volstaan. Bij de eerste plaat (wit-grijs) zullen dus deze twee factoren elkaar gedeeltelijk opheffen; bij de tweede

plaat (zwart-grijs) zullen de beide factoren elkaar versterken. Deze feiten zijn een volkomen bevestiging van de reeds door Mej. Hulshoff Pol aangetoonde groote beteekenis van het terugkaatsend vermogen der proefvelden en van het arbeidsveld. Door vroegere onderzoekers was hieraan nooit eenige aandacht besteed, uitgezonderd door Ricco. Slechts bij hem vinden we deze factoren genoemd (zie blz. 25).

Ik kan niet nalaten hier ook de practische gevolgtrekking te vermelden die ze maakt, dat nl. het terugkaatsend vermogen van het arbeidsveld en het arbeidsvoorwerp een zeer belangrijke factor is bij de beoordeeling der te eischen verlichting. Mag bij een licht arbeidsveld een verlichtingsminimum van 10 M.K. geëischt worden, bij vijfmaal donkerder arbeidsveld zal hooger minimum te stellen zijn. Is het niet een aloude ervaring van huismoeders, dat men voor het mazen van zwarte kousen dichter bij het raam moet zitten, dan indien het witte geldt?

Verder zien we dat de lijnen in het midden vrijwel evenwijdig loopen, dat dus bij middelsterke verlichting de 4 objecten gelijkelijk af òf toenemen met de verlichting. Aan de beide uiteinden loopen ze evenwel niet evenwijdig. Aan de rechterkant gaan de onderste lijnen minder stijl loopen, alsof ze zich tot een horizontale lijn wilden ombuigen, alsof ze naderen tot een grens: al wordt de verlichting nóg sterker (→), de kleinst waarneembare

gewaarwordingsbreedte wordt niet kleiner meer (↓), wat waarschijnlijk afhankelijk zal zijn van de afmetingen der netvlieskegels.

De lijnen 2 en 3 zijn niet tot dien minimalen hoek gekomen: deze slechte contrasten (zwart-grijs) hebben bij een bepaalde verlichting een veel grooteren gezichtshoek noodig, of bij een bepaalden hoek een veel sterkere verlichting.

Naar links divergeeren de lijnen een weinig (zie ook curve B.); de bovenste (slechte contrasten) gaan steiler naar boven: als de verlichting al te zwak wordt, ziet men langzamerhand geen verschil meer tusschen grijs en zwart. Hier veronderstellen we dus ook een grens: de zwakste verlichting waarbij nog een relatieve gewaarwordingsbreedte bestaat, d.w.z., waarbij nog een contrast te zien is.

*Curve B. Gew. breedte.* — Bekijken we nu *curve B*, de *gewaarwordingsbreedte* bij 9 verschillende lichthoeveelheden, stijgende van links naar rechts; de hoeken worden dan kleiner, van boven naar beneden.

Ook hier zien we weer dat lijn 3 (zwart-donkergrijs) 't hoogst ligt; daaronder, en vrijwel evenwijdig er mee, ligt 2.

1 en 4, de sterkste contrasten liggen weer geheel onderaan; 5 en 6 (wit-grijs) liggen hier vlak boven. 6 (wit-lichtgrijs) ligt iets hooger dan 5 (wit-donkergrijs), omdat het blijkbaar moeilijker herkend wordt.

Ook hier geven 1 en 4 rechts een indruk alsof ze tot een minimum naderen. Treffender is links de divergentie.

De volgorde links is hier geheel te begrijpen:

onderaan 4 (wit—zwart): we hebben dan meer compleete donkeradaptatie bij die slechte verlichting en zwarten achtergrond (we zijn immers links op de curve), en zien de witte objecten op een zwart veld dan gemakkelijker dan bij 1, (zwart op wit), waarbij we door den witten achtergrond niet zoo goed donker-geadapteerd zijn.

Meer naar rechts, bij sterkere verlichting, komt dit verschil niet meer zoo duidelijk voor den dag.

*C en D. Gew. cirkel.* — Nemen we nu de *curven* *C* en *D*, betreffende den *gewaarwordingscirkel* op 4 M. afstand, en op een te zoeken maximum afstand.

Curve C vertoont dan vrijwel hetzelfde als A, alleen is deze curve niet zoo mooi uitgevallen.

Ook hier staat weer zeer duidelijk 3 bovenaan, dan volgt 2; 1 en 4 liggen weer onderaan, en vinden hier concurrentie in 5 (wit-donkergrijs), die dus blijkbaar niet zoo veel moeilijker herkend wordt dan wit—zwart.

Curve D is mooier uitgevallen.

*D. Gew. cirkel.* — De lijnen loopen hier mooi evenwijdig, convergeeren rechts duidelijk, en divergeeren weer naar links.

Ook hier liggen 3 en 2 bovenaan, 1, 4 en 5 weer onderaan.

De verklaringen hiervan zijn gelijk aan die bij de gewaarwordingsbreedte.

*E. Richtingsverschil.* — *Curve E*, betreffende het kleinst waarneembare *richtingsverschil*, loopt niet zoo regelmatig als we hadden gewenscht. Toch laat ze wel eenige gevolgtrekkingen toe.

Rechts convergeeren de lijnen nog niet duidelijk. Wel ziet men dat 1, 4, 5 en 6, dus de gemakkelijker waarneembare contrasten, rechts veel lager komen dan dit op curve A of C het geval was, of m. a. w. dat het kleinst waarneembare richtingsverschil, bij goed contrast en goede verlichting, veel kleiner kan zijn, dan de kleinste gewaarwordingsbreedte of de gewaarwordingscirkel; een feit waarop we elders nog terug zullen komen.

*F. Richtingsverschil.* — *Curve F, het richtingsverschil* bij 9 verschillende verlichtingen, en te zoeken afstand, vertoont eenige verrassingen. Lijn 3 ligt weer geheel bovenaan; 2 ligt rechts, zooals op alle andere curven, evenwijdig en er onder. Bij de beginwaarde, links, komt hij echter lager dan 6, 4 en 1, wat naar ik vrees wel op een waarnemingsfout zal berusten.

Duidelijk is hier weer de neiging van 6, 1 en 4 om rechts onderaan om te buigen tot een horizontale lijn.

*G en H. Physiologisch punt.* — Beschouwen we thans de *curven G en H, het physiologisch punt.*

Zooals steeds ligt 3 bovenaan; daaronder, naar rechts iets convergeerend, 2.

Lijn 4 ligt hier bijna steeds geheel onderaan, vlak daarboven 5. Wit op zwart of op donkergrijs maakt dus blijkbaar niet erg veel verschil, (zooals we al meer gezien hebben), als het witte punt maar de noodige hoeveelheid licht terugkaatst.

6 ligt wat hooger: bij wit op lichtgrijs is het contrast dus blijkbaar zoo gering, dat dit duidelijk tot uiting komt.

*H. Physiologisch Punt.* — Op *curve H*, ook het *Physiologisch punt*, vinden we weer dezelfde volgorde: bovenaan 3 en 2, daaronder 6, 5, 1 en 4, die hier in het midden mooi evenwijdig loopen.

Naar rechts buigen de lijnen hier niet om tot een horizontale. Het physiologisch punt nadert hier dus nog niet tot een grens, althans bij de gebruikte verlichting. Als de verlichting maar sterk genoeg is, kan een wit punt op een zwart veld (4) oneindig klein zijn, en toch nog gezien worden (b. v. een ster).

De divergentie naar links boven ontbreekt ook hier niet. Karakteristiek voor G en H is vooral dus:

't ontbreken der convergentie naar rechts;

aanwezigheid der divergentie naar links.

Bij de volgende reeks curven, die we $1^a$ en $1^b$, $2^a$ en $2^b$, enz. tot en met $6^a$ en $6^b$ genoemd hebben,

hebben we dezelfde gegevens op een andere wijze gerangschikt.

Hier staan niet de 6 verschillende contrasten van een zelfde object in één figuur, doch de 4 verschillende objecten bij een zelfde contrast.

De cijfers 1 tot 6 duiden weer dezelfde contrasten aan:

1 = zwart—wit;
2 = zwart—lichtgrijs;
3 = zwart—donkergrijs;
4 = wit—zwart;
5 = wit—donkergrijs;
6 = wit—lichtgrijs,

Oók de letters hebben hier weer de zelfde beteekenis:

A en B = kleinste gew. breedte;
C en D = gew. cirkel;
E en F = richtingsverschil;
G en H = physiologisch punt.

De curven $1^a$, $2^a$ .... $6^a$ zijn samengesteld uit de gegevens verkregen uit het onderzoek bij constanten afstand (4 M.) en variable verlichting; $1^b$, $2^b$ .... $6^b$ bij constante verlichting en variabelen afstand.

Wat leeren ons nu deze curven?

Bekijken we eerst curve $1^a$.

*Curve $1^a$ zwart-wit.* — Op deze curve loopen A en C vrijwel evenwijdig, C ligt het hoogst. De

gewaarwordingscirkel is dus grooter dan de kleinste gewaarwordingsbreedte, zooals te verwachten was. (Zie Roelofs, N. T. v. G. 1917, blz. 837, eerste reeks).

De lijn E ligt het laagst, of het meest naar links (maar toch evenwijdig aan de anderen): bij een bepaalden hoek behoeft het richtingsverschil dus minder licht, om waargenomen te worden, dan onze andere objecten, of bij een bepaalde verlichting kan de hoek, waaronder we het richtingsverschil zien, kleiner zijn.

Vergelijken we A en C samen met E, dan wijken ze naar rechts uit elkaar: A en C naderen bij sterkere verlichting blijkbaar tot een minimum, E niet.

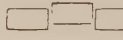
Vergelijken we C, gew. cirkel met G, physiologisch punt, dan zien we dat deze lijnen zich door elkaar heen slingeren. Hier geldt dus, althans bij middelsterke verlichting: wanneer we een van de blokjes zwart op wit afzonderlijk kunnen zien (physiologisch punt), dan kunnen we ze ook gescheiden zien (gewaarwordings-cirkel).

Dit is reeds door Guillery betoogd.

*Curve 1$^b$ zwart-wit.* — Op curve *1$^b$ zwart-wit* zien we ook weer de gew. breedte, B, onder en evenwijdig aan den gew. cirkel D loopen. Ook hier is dus weer de gewaarwordingscirkel grooter.

Het richtingsverschil, F, ligt hier, op een enkele waarneming na, wederom geheel onderaan, als het gemakkelijkst te herkennen object. Dat het links in

de figuur steil naar boven loopt, evenals het dit doet op de curven $4^b$ en $6^b$, terwijl het rechts toch altijd aanzienlijk lager ligt dan alle anderen, eischt een verklaring. Ik vrees echter dat we hier slechts met een fout in de methode (in de keuze der proefobjecten) te doen hebben: bij de zwakke verlichting, die hier gebruikt werd, was een betrekkelijk groote gezichtshoek noodig. Deze maakte dat ons object voor het richtingsverschil, niet meer zoo duidelijk sprekend was,

daar de afstanden A B en C D, tusschen het hooger liggende stuk, en de zijstukken van de balk, nu zoo groot werden, dat het algemeen overzicht over de geheele figuur verloren ging. Hadden we in plaats hiervan een object genomen van dezen vorm  , waarbij het hooger liggende stuk vlak tegen de andere stukken aanligt, dan zou zonder twijfel ook onder een grooteren gezichtshoek in het halfduister, de figuur duidelijk zichtbaar zijn geweest, en de lijnen E en F links wel geheel onderaan zijn gebleven.

Verder zien we op $1^b$ weer, evenals op $1^a$, dat F, het richtingsverschil, rechts steiler naar beneden loopt dan B en D. Deze laatste twee naderen blijkbaar weer tot een minimum, F niet.

D en H slingeren, althans bij middelsterke verlichtingen, hier door elkaar, evenals op curve $1^a$ C en G dit doen: gew. cirkel en physiologisch punt zijn hier weer evenwaardig. Bij onze sterkste ver-

lichting, geheel rechts op de figuur, zien we dat het physiol. punt kleiner is dan de gew cirkel. Dit is niet moeilijk te verklaren, daar de gewaarwordingscirkel waarschijnlijk nooit kleiner zal worden dan de afstand der middelpunten van twee aanelkaargrenzende kegels (C. Otto Roelofs l. c. blz. 483). Wij kunnen zeggen, dat bij een stippellijn, zoodra wij de stippen herkennen, de middelpunten der stippen en tusschenruimten zich dekken met de middelpunten der bijbehoorende gew. cirkels, terwijl we ons het physiologisch punt, bij deze sterke verlichting, kleiner kunnen voorstellen.

*Curven $2^a$ en $2^b$ zwart-lichtgrijs.*

Hierop zijn A en C weer evenwijdig, B en D ook. E divergeert niet zoo sterk, F ook niet.

C en G kruisen zich nog niet, omdat C hier nog niet tot een grens (absolute gewaarwordingscirkel) nadert. Dit zou misschien verder naar rechts gebeuren, te meer waarschijnlijk daar D en H elkaar wel kruisen.

*Curven $3^a$* en *$3^b$ zwart-donkergrijs.* — Op de curven $3^a$ en $3^b$ (*zwart-donkergrijs*) zien we in hoofdzaak weer hetzelfde E en F divergeeren vrij sterk ten opzichte van de anderen.

H heeft D nog niet gekruist, evenmin als G, C gekruist heeft, maar we hebben hier immers de zwakste contrasten; ongetwijfeld zou de verlichting belangrijk sterker moeten zijn om hier die relatieve daling van G. en H. (physiol. punt) te doen uitkomen. Zelfs ligt G hooger dan C, en H hooger

dan D of m. a. w.: het physiologisch punt is hier, bij dit geringe contrast, grooter dan de gewaarwordingscirkel. Dit zouden we zoo willen verklaren:

Verdwijnt, bij dit geringe contrast, (zwart-donkergrijs), het physiologisch punt voor een oogenblik, dan zien we niets meer op den donkergrijzen achtergrond. Bij den gewaarwordings-cirkel zijn er echter meerdere punten; verdwijnt er een, dan zien we misschien de anderen nog, weten we waar we moeten zoeken, en kunnen op deze wijze gemakkelijker de rij blokjes van de massieve lijnen onderscheiden, dan dat we in een donkeren cirkel ergens een zwart vierkantje moeten gaan zoeken, zonder dat we weten in welk quadrant van den cirkel dit vierkantje gelegen is. Ongetwijfeld wordt dit verschijnsel nog bevorderd, doordat het onderzoek in halve donkeradaptatie geschiedde, waarbij het maximum van gevoeligheid terzijde van het fixeerpunt is gelegen.

Als we dus een punt (physiologisch punt) nog niet kunnen vinden, door het slechte contrast, kunnen we er al wel twee gescheiden zien (gewaarwordingscirkel).

*Curven $4^a$ en $4^b$ wit-zwart.*

In de eerste plaats valt in $4a$, tegenover $3^a$, op dat de lijnen veel meer naar links beginnen op dezelfde hoogte, of m.a.w. dat bij een zelfden hoek de verlichting veel geringer behoeft te zijn, iets wat ons bij dit sterke contrast niet kan verwonderen.

Verder zien we dat de lijnen aan den rechterkant veel lager komen, dus dat bij sterke verlichting de hoek hier veel kleiner kan zijn, ook alweer omdat het contrast zoo sterk is.

A en C loopen weer evenwijdig, evenals B en D. E ligt weer een flink stuk lager. G ligt hier steeds onder C: we zien hier dus eerder het physiologisch punt dan dat we twee punten gescheiden zien.

Dat F aan den linker kant zoo hoog begint, zullen we, zooals ik reeds heb opgemerkt bij curve $1^b$, aan het door ons gebruikte object moeten toeschrijven.

Treffend zijn de zeer lage waarden van E en F (maat voor de richtingszin).

*Curven $5^a$ en $5^b$ wit-donkergrijs.* — Op de curven $5^a$ en $5^b$, *wit op donkergrijs*, zien we 't zelfde.

A en C loopen evenwijdig, evenals B en D. Ook hier is weer steeds de gewaarwordingscirkel grooter dan de kleinste gewaarwordingsbreedte.

G en H, het physiologisch punt, wijken naar rechts van de gew. cirkel en breedte af, omdat het niet, als dezen, tot een grens nadert.

*Curven $6^a$ en $6^b$ wit-lichtgrijs.* — Ditzelfde zien we ook in de curven $6^a$ en $6^b$, *wit op lichtgrijs.*

G en H loopen hier, aan den rechter kant, ook weer steiler naar beneden.

In $6^b$ zien we weer de hooge ligging van F, bij slechte verlichting en grooter gezichtshoek.

## CONCLUSIES.

Vatten we nu de resultaten, die deze curven ons geleerd hebben, nog eens samen, dan kunnen we eenige gevolgtrekkingen maken, en wel ten eerste aangaande de

1°. *verlichting :*

we zien dan dat zwakkere verlichting de gezichtsscherpte spoedig doet dalen.

2°. het *contrast :*

zwakke contrasten bemoeilijken het zien eveneens, hetgeen geldt voor alle door ons gebruikte objecten.

Van de contrasten is zwart-donkergrijs het moeilijkst te herkennen; dan volgt zwart-lichtgrijs; dan volgen alle anderen, waarbij we den indruk krijgen dat wit op zwart het gemakkelijkst herkenbaar is. In de praktijk omgezet beteekent dit dat

3°. *gering contrast*, bij gebruik van donkere voorwerpen (de zwarte kous der huismoeders, een schoenmaker of kleermaker die zwarte grondstoffen en draden verwerkt) nog belangrijk ongunstiger voor den visus is, dan bij gebruik van lichter gekleurde grondstoffen

Dat intusschen

4°. *een donkere omgeving* van het arbeidsveld, bij gering contrast, in gunstigen zin kan werken, door de hierbij optredende meer complete donker-adaptatie.

5°. De *absolute gewaarwordingscirkel* en de *absolute kleinste gewaardingsbreedte* loopen steeds evenwijdig.

6e. De *gewaarwordingscirkel* is steeds grooter, dan de kleinste gewaarwordingsbreedte.

7e. De *gewaarwordingsbreedte* en de *gewaarwordingscirkel*, naderen bij sterk contrast en sterke verlichting, tot een grens.

8e. Het *kleinst waarneembaar richtingsverschil* is steeds kleiner dan een van de andere drie, en nadert *niet* tot een grens.

9e. Het *physiologisch punt* gedraagt zich verschillend, al naarmate van het contrast, en de verlichting. Bij zwakke contrasten daalt het niet onder zeker minimum, ook bij sterke verlichting. Bij bepaling met het sterkste contrast van een wit punt op een zwart veld bestaat er geen grens (vergelijk een ster en zie pg. 17). Voor zwart op wit zullen we daarentegen wel een grens moeten aannemen.

10e. Bij slechter contrast en geringere verlichting worden zoowel gewaarwordingscirkel en kleinste gewaarwordingsbreedte, als richtingsverschil en physiologisch punt, nagenoeg gelijkmatig grooter. Dit kan ons niet verwonderen, daar in dit geval het toenemen, ook van relatieve gewaarwordingscirkel en kleinste gewaarwordingsbreedte, minder van den vormzin, dan wel van den lichtzin moet worden afhankelijk gesteld.

## HOOFDSTUK III.

### Eigen onderzoekingen bij myopen.

Dank zij het onderzoek, waarover in het vorige hoofdstuk verslag werd gedaan, hebben wij ons een oordeel kunnen vormen over den invloed, die veranderingen van verlichting, en van contrast, bij een normaal persoon op zijn gezichtsscherpte uitoefenen.

Door keuze van verschillende proefvoorwerpen konden wij, meer in 't bijzonder dezen invloed op gewaardingscirkel, gewaarwordingsbreedte, richtingsverschil en physiologisch punt bestudeeren.

Wij stelden ons voor dit onderzoek nu bij een reeks myopen te herhalen. Het was niet wel mogelijk een zoo tijdroovend onderzoek bij een groot aantal myopen te verrichten; wij mochten niet te hooge eischen stellen aan het geduld van onze proefpersonen Ik besloot daarom bij verschillende groepen van myopen mij telkens tot slechts één gedeelte van het onderzoek te beperken.

Bij een *eerste groep* van myopen werd een vergelijkend onderzoek ingesteld naar gewaarwordingsbreedte, en cirkel, richtingszin en physiologisch punt, alles *wit op zwart*.

Bij een *tweede groep* deed ik hetzelfde onderzoek voor deze waarden, met dit verschil, dat ik me hierbij van objecten *zwart op wit* bediende

Bij een *derde groep* myopen bestudeerde ik slechts den invloed van verlichting en contrast op den *gewaarwordings-cirkel*.

Bij een *vierde groep* den invloed van dezelfde factoren op de *gew. breedte*.

Bij een *vijfde groep* den invloed op den *richtingszin*.

Bij een *zesde groep* dezen invloed op het onderscheiden der *Guillery'sche punten*.

De resultaten dezer onderzoekingen heb ik in tabellen gerangschikt.

*Tabel I* geeft de hoeken waaronder 10 verschillende myopen onze 4 objecten, allen wit op zwart, nog konden waarnemen, bij 4 verschillende graden van verlichting. $M^1$, $M^2$ enz. stellen dan de verschillende myopen in iedere groep voor. Ter vergelijking staan daarboven de gemiddelden van de hoeken waaronder 3 emmetropen deze zelfde objecten, telkens onder dezelfde verhoudingen zagen. Om niet te veel van één persoon afhankelijk te zijn, nam ik telkens, voor ieder der 6 groepen, 3 andere emmetropen ter contrôle, en noemde hun gemiddelde: E.

Ik onderzocht deze personen bij 4 verschillende lichthoeveelheden van onzen lichtkast, nl. 9474, 1053, 102 en 11.3 eenheden, of ruw genomen 10.000, 1000, 100 en 10.

Tabel II stelt de resultaten voor van de zelfde onderzoekingen met objecten zwart op wit.

Tabel III geeft de hoeken waaronder de myopen en de emmetropen den gewaarwordingscirkel zagen, bij 4 verschillende contrasten, nl.:

1 = zwart—wit;
2 = zwart—lichtgrijs;
3 = zwart—donkergrijs;
4 = wit—zwart;

en bij 4 verschillende lichthoeveelheden, nl. weer (ruw geschat) 10.000, 1000, 100 en 10.

Tabel IV geeft de resultaten van een zelfde onderzoek naar de kleinste gewaarwordingsbreedte.

Tabel V hetzelfde naar het kleinst waarneembare richtingsverschil, en

Tabel VI hetzelfde naar het „physiologisch punt".

Bovendien heb ik achter iederen hoek het quotient gezet van den hoek waaronder E (de gemiddelde Emmetroop) het object zag en den hoek waaronder M het herkennen kon, dus de gezichtsscherpte van M onder deze bijzondere omstandigheden.

A. Bij het bestudeeren dezer cijfers zien we in de eerste plaats, dat de myopen, ook na correctie, vaak een slechte gezichtsscherpte behouden, een bekend feit.

We kunnen ons afvragen of, waar wij de gezichtsscherpte op verschillende wijze (gew. cirkel, gew. breedte, richtingverschil, physiol. punt) bepaalden,

tegenover al deze objecten de slechtere gezichtsscherpte op gelijke wijze voor den dag kwam.

Hadden we gehoopt dat misschien één (of meer) van deze 4 componenten duidelijk meer of minder afgenomen zou zijn, dan de anderen, zoodat we hieruit misschien conclusies hadden mogen trekken over het wezen van het myopieproces, of er een differentiaal-diagnostische beteekenis aan mogen toekennen, het bestudeeren van de tabellen doet zien, dat dit niet het geval is, en dat de visus voor de verschillende objecten vrijwel gelijk is, en niet één van de objecten door alle myopen duidelijk makkelijker of moeilijker werd herkend, bij goede verlichting en sterk contrast (men zie hiervoor kolom I (verlichting 10.000) van de tabellen I en II). Enkele myopen schijnen een uitzondering te maken: $M^7$ van tabel II is echter totaal onbetrouwbaar, zooals zijne andere cijfers doen zien; blijkbaar begreep patiënt, die pas 9 jaar oud was, niet veel van het onderzoek, en zei maar wat. Ook $M^{10}$ vertoont op tabel II bij verlichting 10.000 vreemde cijfers, die uiteenloopen van $\frac{1}{3}$ tot $1\frac{1}{2}$. Op tabel I vertoont $M^8$ ook een dergelijke tegenstrijdigheid. De cijfers der 17 andere myopen pleiten alle voor de door ons gemaakte gevolgtrekking.

We kunnen dus niet zeggen dat een van onze vier componenten van de gezichtsscherpte, bij goede verlichting en scherp contrast, bij de myopen in bijzonder sterke mate geleden heeft. Het zal blijken

dat dit bij minder goede verlichting anders is.

Dat de gezichtsscherpte bij myopie slecht is, is reeds lang bekend, dagelijks te constateeren, en reeds door vele onderzoekers beschreven.

Als voorbeeld voor de verhouding tusschen myopie en gezichtsscherpte kunnen de door Leininberg [1]) en door Schleich medegedeelde cijfers aangehaald worden.

Leininberg vond, bij onderzoek van 2893 myope oogen:

M minder dan 2 D een gemiddelde V = 1.

| | |
|---|---|
| 2— 4 D | V = 0.9 |
| 4— 6 D | = 0.8 |
| 6—10 | = 0.6 |
| 10—12 | = 0.5 |
| 12—18 | = 0.3 |
| > 18 | = 0.2 |

Schleich vond bij 738 M oogen:

| | |
|---|---|
| M tot 2 D | V = 1.03 |
| 2— 4 D | V = 0.93 |
| 4— 6 | = 0.9 |
| 6— 8 | = 0.71 |
| 8—10 | = 0.55 |
| 10—12 | = 0.52 |
| 12—14 | = 0.44 |
| 14—16 | = 0.27 |
| 16—18 | = 0.26 |
| 18—20 | = 0.14 |
| > 20 D | = 0.16 |

[1]) Leininberg. Klinische statistische Beiträge zur Myopie. Inaug. Diss. Würzburg.

Seggel daarentegen nam reeds bij een myopie van 0.5 tot 0.75 D een vermindering van den gemiddelden visus tot 0.92 waar, bij M 1—1.75 D tot 0.8. Ook bij de hoogere graden vindt hij iets kleinere waarden voor den visus, dan de andere genoemde onderzoekers, zoo b. v. bij

| | |
|---|---|
| M 6— 8 D | acV = 0.57 |
| M 14—20 D | acV = 0.13 |

Van Dijck[1]) vond dat de visus afneemt met het toenemen van den leeftijd en het toenemen van de breking. Bij een myopie van 3 tot 4 D b.v. vond hij, op een leeftijd van 0—20 jaar, een gemiddelden visus van 0.74, van 21—40 jaar een visus van 0.62 en 41—60 jaar een visus van 0.44.

Van der Meer[2]) onderzocht de gezichtsscherpte bij 672 myope oogen, en vond dat 84 % een V = 1 of > 1 hadden, 13 % een V = $^3/_4$ of $^1/_2$, en 3 % een V < $^1/_2$. Volgens hem wordt de normale gezichtsscherpte bij de zwakke graden van bijziendheid door bijna alle oogen bereikt. Bij M = 2 D zijn er duidelijk minder, en daarna daalt het percenttage der bijziende oogen met normale gezichtsscherpte steeds

---

1) L. T. van Dijck. Statistisch onderzoek der niet door overlading met schoolwerk ontstane bijziendheid. Diss. A'dam 1904.

2) J. P. G. van der Meer. Onderzoek der oogen van de leerlingen van het stedelijk gymnasium en van de middelbare scholen te Amsterdam gedurende 1898 Diss. A'dam 1901.

langzaam, om bij M = 6 D plotseling sterk te verminderen, terwijl bij M = 9 D normale gezichtsscherpte niet voorkomt.

Hoewel wij gezien hebben dat alle onderzoekers het eens zijn over het feit, dat de gezichtsscherpte bij myopie gemiddeld kleiner is dan bij emmetropie, is de vraag nog steeds onopgelost waarvan dit dan wel het gevolg kan zijn. Verschillende onderstellingen werden geopperd. De uitvoerige beschouwingen van Donders[1]) mogen hier een plaats vinden. Men vindt hierin reeds vermeld, en kritisch overwogen al de mogelijkheden, die door latere onderzoekers op den voorgrond werden gebracht.

Donders zegt pg. 328: „de oorzaak van de verminderde gezichtsscherpte bij myopie schijnt voor de hand te liggen.

Bij myopie zijn, bij gelijke gezichtshoeken, de netvliesbeelden grooter, daar de afstand van knooppunt tot netvlies grooter is.

Aan den anderen kant echter is ook het netvliesoppervlak grooter, en bevat dus in een bepaald oppervlak *minder gevoelige* elementen.

Waar een volledige compensatie van deze beide factoren plaats heeft, zou, bij gelijkblijvenden gezichtshoek, een gelijk aantal gevoelige elementen getroffen worden, en de gezichtsscherpte zou dan de zelfde blijven.

---

[1]) Donders, Die Anomalien der Refraction und Accommodation. Wien 1866 pg. 328.

De uitrekking betreft echter vooral de achterste pool, en wel bij voorkeur de *streek van de macula lutea*; er zou dus voor het directe zien zelfs dan geen volledige compensatie te verwachten zijn, als de uitrekking ook geen verdere stoornis in de functie der verschillende elementen te voorschijn had geroepen.

Wij hebben hier slechts de bepaling van de gezichtsscherpte voor die voorwerpen in aanmerking genomen, die nog binnen het P. R. gelegen zijn. De bepaling der gezichtsscherpte voor voorwerpen die verder verwijderd zijn, en die met corrigeerende glazen gezien worden, valt nog meer ten ongunste der myopen uit, daar hierbij K″ dichter bij de retina komt.

Bij toename der myopie worden dezelfde voorwerpen, op denzelfden afstand, ongetwijfeld met een steeds kleiner wordend aantal gevoelige netvlieselementen gezien. Daar dit slechts langzamerhand geschiedt, gewent zich het oog, gedurende het optreden der myopie, daaraan; en de grootte van een voorwerp wordt ook dan, zelfs als slechts een punt gefixeerd wordt, altijd nauwkeurig geschat, en de vinger beschrijft, als we dit verlangen, nauwkeurig de grenzen van het voorwerp.

De uitrekking van het netvlies heeft buitendien nog het gevolg gehad dat de oorspronkelijke verhouding tusschen de benoodigde spierwerking, en het aantal der gevoelige elementen, die daarbij na

elkaar het beeld van een bepaald punt ontvangen, veranderd is. En toch blijft de harmonie bestaan, zoodat, bij bewegingen van het oog, geen schijnbare bewegingen van het voorwerp optreden.

We kunnen dus eigenlijk niet zeggen dat de myoop, die hetzelfde voorwerp, op denzelfden afstand, met een geringer aantal gevoelige elementen ziet, het werkelijk kleiner naar buiten projecteert.

Hij ziet, zonder twijfel, minder scherp, maar de voorstelling die hij van de grootte maakt, wordt niet eenvoudig door het aantal gevoelige elementen bepaald, maar is het resultaat van een gecompliceerd psychisch proces, waaraan vele factoren deelnemen.

In ieder geval zijn we gerechtvaardigd de conclusie te trekken dat, door de langzaam progressieve plaatsverandering door uitrekking, een punt van het netvlies naar buiten geprojecteerd wordt, in een richting, die verschilt van de oorspronkelijk er bij behoorende, en we besluiten daaruit dat de richting der projectie niet absoluut aangeboren is, maar dat zij zich, in verbinding met andere hulpmiddelen, door waarneming ontwikkelt."

Iets verder heeft Donders het over de ophthalmoscopische bevindingen van het myope oog.

Hij vindt atrophie van de chorioidea, temporaal van den N. Opt., gestrekt verloop van de netvliesvaten, onvolledige, diffuse atrophie van de chorioidea op andere plaatsen, en veranderingen in de macula.

Wat deze laatste betreft: „deze veranderingen

kunnen op iederen leeftijd, en ook in een niet-myoop oog optreden, en een aantal gevallen van gewone amblyopie hangt van locale stoornissen der perceptie op deze plaats af, met of zonder waarneembare organische veranderingen; maar toch komt er, bij hooge graden van myopie, een ziekelijke verandering van een bizonder soort voor, die in *uitrekking* en *atrophie van de sclera en chorioidea* bestaat, waardoor secundair ook het netvlies in zijn functie gestoord wordt.

Daar we weten dat de macula lutea dikwijls in het midden van het staphyloma posticum ligt, en dat, bij hooge graden van myopie, hier de atrophie van sclera en chorioidea het sterkst is, kan ons dit niet verwonderen. Van deze bovenmatige rekking hangen ook de locale veranderingen in de macula lutea hoofdzakelijk af, en hierdoor lijdt de functie van het netvlies.

Het is gemakkelijk te begrijpen, hoewel het tot nu toe nog niet door nauwkeurige microscopische onderzoekingen bewezen is, dat, onder zoo'n uitrekking, de buitenste netvlieslagen, die uit radiair geplaatste zeer kleine kegeltjes bestaan, lijden moeten; dat deze kegeltjes, op zijn minst genomen, *van elkaar verwijderd*, *onregelmatig verdeeld*, en *vertrokken* worden moeten, en dat ze gemakkelijk geheel verstoord kunnen worden. Ook in de overige deelen van de retina schijnen kegeltjes en staafjes verder van elkaar verwijderd te zijn.

Dat, daarentegen, in de *vezellaag* geringe, of zelfs *geen* stoornissen optreden. verwondert ons niet, wanneer we bedenken hoe goed, in het algemeen, de structuur en functie der zenuwen een uitrekking kunnen verdragen, b. v. door een tumor, of door een andere oorzaak. Waar levendige stofwisseling plaats heeft, daar treedt een vormverandering, gedurende de moleculaire verandering, veel gemakkelijker zonder stoornis op, dan in vaste, fibreuse, deelen. In dit opzicht is het netvlies in veel gunstiger omstandigheden dan de sclera.

Maar over dat, wat hier van bizonder belang is: in hoeverre namelijk de *percipieerende elementen ziekelijk veranderd zijn*, *in hoeverre zij verder van elkaar verwijderd zijn*, *dan in een normaal oog*, *hoe zich de kegeltjes in de macula lutea*, *en vooral in de fovea centralis*, *bij hooge graden van myopie gedragen*, over al deze punten kan ik mij niet met zekerheid uitlaten.

Alleen uit de refractie, een eenvoudige asverlenging, een verspreiding der kegels over een grooter oppervlak, uit zoo eenvoudige mechanische verhoudingen laat zich de verminderde visus niet verklaren, daarover zijn bijna allen het eens. Wanneer Knapp de wijdere uiteenplaatsing der kegeltjes noemt, dan blijkt toch tevens, uit hetgeen hij laat volgen, dat andere factoren ook volgens hem, wel zelden ontbreken.

Men kan bovendien wijzen op het enorm wisselende van het verschijnsel, op de vele oogen, waarbij, ondanks denzelfden myopiegraad, nog langen tijd een betere visus bestaan blijft.

Veranderingen in het netvlies, speciaal de percipieerende laag, moeten volgens latere onderzoekers den geringen visus verklaren.

Reeds bij Mauthner vinden we dit als vermoeden geuit. Volgens hem zou de vermindering van de visus bij myopen, evenals bij hypermetropen berusten op anomale, resp. gestoorde functie der kegeltjes, die door niet bekende veranderingen van deze veroorzaakt worden.

Door Hess, Heine, Knapp en Salzmann wordt gepoogd dit wat meer in bijzonderheden te argumenteeren.

Hess [1]) zegt in het handboek van Graefe-Saemisch het volgende:

„Voor de beantwoording van verschillende vragen zou het van belang zijn iets naders over de histologie van het netvlies, bij rekking van den achtersten bulbuswand, te weten. Maar toch laten, zoowel onze macroscopische, als microscopische kennis in dit opzicht veel te wenschen over.

In een normaal oog beslaat het netvliesoppervlak van de achter den aequator gelegen bulbushelft een

---

[1]) Hess, Die Anomalien der Refraction und Akkommodation des Auges. Graefe-Saemisch Handbuch der gesamten Augenheilkunde, 2e Auflage.

oppervlak van ongeveer 9 $cM^2$. Bij gelijkmatige rekking van deze tot een bulbuslengte van 31 mM. zou dit oppervlak verscheidene (4—6) $cM^2$. toe moeten nemen.

Bij de geringe elasticiteit van de retina, kan dit wel nauwelijks zonder schade voor haar functie geschieden. In de grootste meerderheid der gevallen is de rekking echter wel geen gelijkmatige.

Enkele plekken worden er meer, andere minder in betrokken, en de beschadiging van het netvlies zal dus van zeer verschillenden graad kunnen zijn.

Knapp's veronderstelling dat de kegels van de fovea in een hypermetroop oog dichter bij elkaar, in een myoop oog verder van elkaar zouden liggen dan in een emmetroop oog, wordt van verschillende zijden bestreden.

Ophthalmoscopisch vindt men bij de hoogste graden van myopie niet zelden duidelijke veranderingen in de foveastreek, vooral dikwijls witte, gedeeltelijk gepigmenteerde, ook geelachtig roode, onregelmatige haarden, van groote uitgestrektheid; verder lichte streepvormige, dikwijls vertakte lijnen, en diffuse verkleuringen; bij sterke myopie niet zelden ook bloedingen."

Dikwijls worden zulke veranderingen, naar Hess toeschijnt, zonder voldoende gronden, voor chorioiditis, tengevolge van myopie, aangezien.

Onze kennis over de anatomische veranderingen in myope oogen is door de uitvoerige microscopische

onderzoekingen van Heine, Salzmann (Die Atrophie der Aderhaut im kurzsichtigen Auge. Arch. f. Ophth. LIV) en Behse (Ueber den anatomischen Bau des Konus und der Aderhaut-veränderungen im myopischen Auge. Arch. f. Ophth. LXVII, 3, 1908), die samen meer dan 30 bulbi beschreven hebben, zeer verrijkt.

Heine houdt het, volgens zijn anatomische onderzoekingen, voor waarschijnlijk dat zulke ophthalmoscopisch zichtbare haarden voor het grootste gedeelte op pathologische veranderingen van het pigmentepitheel berusten, terwijl de chorioidea op zulke plekken weinig, of niet veranderd zou zijn.

Salzmann (1901) vond in myope oogen, meest in het gebied der atrophische haarden, defecten in de lamina elastica, die, in het algemeen, de vorm van spleten, of vertakte figuren hadden.

In de buurt van de papil zouden zij meest concentrisch hier om heen verloopen, en gewoonlijk in het foramen opticum uitmonden.

Hij vat deze defecten als gevolgen van een mechanische rekking op. Daarnaast vindt hij al die veranderingen, die bij uitgesproken ontstekingsachtige chorioiditis-atrophieën voorkomen.

Het proces begint volgens hem met dehiscenties in het chorioideaweefsel, vooral in de lamina vitrea ; dan volgen herstellingsprocessen, pigmentepitheelwoekeringen, en verdikkingen, indringen van het epitheel in de chorioidea.

De zoo ontstane litteekens, die geen weerstand bieden, voeren dan tot nieuwe dehiscenties. Aan de genoemde veranderingen zal, in het algemeen, de vermindering der gezichtsscherpte toe te schrijven zijn, die in de groote meerderheid der hooge graden van myopie gevonden wordt; niet aan een verandering in de grootte van het netvliesbeeld, daar deze in myope oogen geen andere is dan in emmetrope oogen, indien de myopie door een in het voorste brandpunt staand glas gecorrigeerd is.

B. Een tweede feit, uit onze cijfers af te lezen, is: dat de gezichtsscherpte van den M. bij slechte verlichting sterker daalt, dan die van den emmetroop.

Om mij hierover een oordeel te vormen heb ik den hoek, waaronder E een bepaald object herkende, gedeeld door den hoek die M hiervoor, onder dezelfde omstandigheden, noodig had en aldus de gezichtsscherpte van M uitgedrukt in die van E. Deze verhouding kan dan, bij afnemende verlichting, kleiner worden, gelijk blijven, of toenemen, hetgeen ik aanduidde door een —, o of +; b. v. op tabel III zien we dat $M^1$ bij verlichting 10.000 kolom I een visus van 0.75 heeft tegenover E, bij verlichting 1000 kolom II: 0.83, dus grooter geworden, +, bij 100 : 0.75, gelijk gebleven, o, bij 10 : < 0.75, dus kleiner geworden is.

Om nu te zien of de gezichtsscherpte bij den Myoop sneller afneemt bij slechtere verlichting, dan

bij E, kijken we hoeveel + en hoeveel — teekens we vinden, in de verticale kolommen II van de tabellen I en II en bij de bovenste en onderste cijfers der kolommen II van de tabellen III—VI. (We beschouwen de 2e en 3e cijfers van kolom II van de tabellen III—VI nog niet, daar het contrast daar zoo gering is en we dit hier nog buiten beschouwing laten).

Als we dit doen, vinden we voor den gewaarwordingscirkel zwart-wit of wit-zwart.

| + | — | o | onbetrouwbaar |
|---|---|---|---|
| 21 | 17 | 5 | 1 (M[7] Tabel II). |

Voor de gewaarwordingsbreedte vinden we, op dezelfde wijze te werk gaande:

| + | — | o | onbetrouwbaar |
|---|---|---|---|
| 20 | 15 | 8 | 1 |

Voor het richtingsverschil:

| + | — | o | onbetrouwbaar |
|---|---|---|---|
| 20 | 10 | 13 | 1 |

Voor het physiologisch punt:

| + | — | o | onbetrouwbaar |
|---|---|---|---|
| 12 | 25 | 6 | 1 |

Samengeteld geeft dit:

| + | — | o | onbetrouwbaar |
|---|---|---|---|
| 73 | 67 | 32 | 4 |

Bij deze geringe afname der verlichting (kolom I en kolom II) is de myoop er dus niet slechter aan toe dan E.

Vergelijken we nu op dezelfde wijze de kolommen I en III, dan geeft dit tot resultaat:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| gew. cirkel | + | — | 0 | niet na te gaan |
| | 13 | 28 | 1 | 2 |
| gew. breedte | + | — | 0 | niet na te gaan |
| | 11 | 30 | 1 | 2 |
| richt. verschil | + | — | 0 | niet na te gaan |
| | 25 | 16 | 2 | 1 |
| phys. punt | + | — | 0 | niet na te gaan |
| | 17 | 23 | 2 | 2 |
| Samengeteld | geeft | dit | voor | kolommen I en III: |
| | 66 | 97 | 6 | 7 |

Hier is dus de relatieve gezichtsscherpte meer keeren afgenomen dan toegenomen.

Vergelijken we kolom IV met I, dan vinden we:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| gew. cirkel | + | — | 0 | niet na te gaan |
| | 11 | 22 | 0 | 11 |
| gew. breedte | 12 | 10 | 6 | 16 |
| richt. verschil | 16 | 23 | 1 | 4 |
| phys. punt | 15 | 15 | 0 | 14 |
| | 54 | 70 | 7 | 45 |

Ook bij deze verlichting is de relatieve gezichtsscherpte dus meer keeren kleiner dan grooter geworden.

Vatten we deze cijfers nog eens samen, dan zien we

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| kolom II | 73 | 67 | 32 |
| kolom III | 66 | 97 | 6 |
| kolom IV | 54 | 70 | 7 |
| samen | 193 | 234 | 45 |

We kunnen hier dus uit zien dat bij goede contrasten bij betrekkelijk sterke verlichting (kolom II) de myoop het niet tegen E aflegt, doch dit wel doet zoodra de verlichting in sterkere mate vermindert (kolom III en IV), maar dat dit laatste verschijnsel volstrekt niet constant aanwezig is, niet zelden ontbreekt.

Gaan we nu na welken invloed *de verlichting* heeft waar de myoop tegenover zwakkere contrasten staat, en beschouwen we daartoe voor elken patient telkens de 2e en 3e horizontale rij van kolom II in de tabellen III—VI.

Iedere tabel geeft ons dan 22 teekens. Hiervan zijn:

| | + | — | 0 niet na te gaan |
|---|---|---|---|
| gew. cirkel Tabel III | 2 | 20 | |
| gew. breedte Tabel IV | 5 | 17 | |
| richt. verschil Tabel V | 5 | 13 | 4 |
| phys. punt Tabel VI | 2 | 13 | 5 2 |
| | 14 | 63 | 9 2 |

Doen we hetzelfde met kolom III, dan vinden we:

| | + | — | 0 niet na te gaan: |
|---|---|---|---|
| gew. cirkel Tabel III | 1 | 11 | 10 |
| gew. breedte Tabel IV | 3 | 5 | 14 |
| richt. verschil Tabel V | 8 | 3 | 5 6 |
| phys. punt Tabel VI | 1 | 12 | 9 |
| | 13 | 31 | 5 39 |

Kolom IV geeft ons, op dezelfde wijze:

| | + | — | 0 | niet na te gaan |
|---|---|---|---|---|
| Tabel III | | | | 22 |
| Tabel IV | | | | 22 |
| Tabel V | 1 | 1 | | 20 |
| Tabel VI | 1 | | | 21 |
| | 2 | 1 | | 85 |

en leert ons dus niets.

Tellen we de 2e en 3e rij van de kolommen II en III, waarbij de gezichtsscherpte van de myopen meestal nog wel te bepalen was, samen, dan geeft dit:

| + | — | 0 | niet te bepalen |
|---|---|---|---|
| 27 | 94 | 14 | 41 |

zoodat de relatieve visus van M bij daling der verlichting in 70% der gevallen gedaald is, in 20% toegenomen, en in 10% gelijk gebleven is tegenover deze geringe contrasten.

Vergelijken we nu eens de eindcijfers van de sterke contrasten, met die van de zwakke contrasten, dan zien we:

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| sterk contrast | 193 | 234 | 45 |
| zwak contrast | 27 | 94 | 14 |

dan blijkt de invloed van minder sterke verlichting, bij sterk contrast, niet zoo hinderlijk op den visus van den myoop, als bij zwak contrast.

Verder kunnen we nu nog uiteenhouden de myopen met een zwakkere, en die met een betere gezichtsscherpte, en verdeelen we ze daartoe in een groep met visus $\frac{1}{2}$ of meer, en een groep met visus $\frac{1}{3}$ en minder. Doen we dit voor de gewaarwordingscirkel in kolom II, bij sterk contrast, dan vinden we:

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| Visus $\frac{1}{2}$ of $>$ | 18 | 14 | 5 |
| Visus $\frac{1}{3}$ of $<$ | 4 | 3 | |

Voor de gew. breedte vinden we

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 16 | 16 | 7 |
| V $\frac{1}{3}$ of $<$ | 5 | 0 | 0 |

Voor het richtingsverschil in kolom II

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 14 | 9 | 14 |
| V $\frac{1}{3}$ of $<$ | 6 | 1 | |

Voor het physiologisch punt:

| | + | — | 0 |
|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 10 | 23 | 4 |
| V $\frac{1}{3}$ of $<$ | 2 | 3 | 2 |

Of samengeteld:

| | + | — | 0 | n. t. bep. |
|---|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 58 | 62 | 30 | |
| V $\frac{1}{3}$ of $>$ | 17 | 7 | 2 | |

Doen we hetzelfde voor kolom III dan vinden we:

| *Gew. cirkel* | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Visus $\frac{1}{2}$ of meer | 8 | 27 | 1 | 1 |
| Visus $\frac{1}{3}$ of minder | 5 | 1 | | 1 |

| *Gew. breedte* | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Visus $\frac{1}{2}$ of $>$ | 9 | 28 | 1 | 1 |
| Visus $\frac{1}{3}$ of $<$ | 2 | 2 | | 1 |

| *Richt. verschil* | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 18 | 14 | 2 | 1 |
| V $\frac{1}{3}$ of $<$ | 7 | 2 | | |

| *Phys. punt* | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ of $>$ | 13 | 21 | 2 | 1 |
| V $\frac{1}{3}$ of $<$ | 4 | 2 | | 1 |

Samengeteld geeft dit:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| V $\frac{1}{2}$ | 48 | 90 | 6 | 4 |
| V $\frac{1}{3}$ | 18 | 7 | | 3 |

We krijgen hier dus den indruk dat myopen met Visus $\frac{1}{3}$ of minder, minder van hun gezichtsscherpte verliezen bij slechtere verlichting, dan myopen met V $\frac{1}{2}$ of meer.

Verder kunnen we de myopen verdeelen in een groep die tot en met 6 D myoop zijn, en myopen met $>$ 6 D.

Doen we dit, en tellen we weer 't aantal + en — teekens in kolom III, bij sterk contrast dan vinden we:

| *Gew. cirkel* | + | — | o | n. t. bep. |
|---|---|---|---|---|
| M 6 of < | 4 | 19 | 1 | |
| M > 6 D | 9 | 9 | | 2 |
| *Gew. breedte* | + | — | o | n. t. bep. |
| M 6 of < | 6 | 21 | 1 | |
| M < 6 D | 5 | 9 | | 2 |
| *Richt. verschil* | + | — | o | n. te bep. |
| M 6 of < | 12 | 11 | 1 | |
| M > 6 D | 13 | 5 | 1 | 1 |
| *Phys. Punt* | + | — | o | n t. bep. |
| M 6 of < | 9 | 16 | 1 | |
| M < 6 D | 8 | 7 | 1 | 2 |

Samengeteld geeft dit:

| | + | — | o | n. t. bep. |
|---|---|---|---|---|
| M 6 of < | 31 | 67 | 4 | |
| M > 6 D | 35 | 30 | 2 | 7 |

Zoodat we hieruit zeker *niet* den indruk krijgen dat de myopie van meer dan 6 D, bij slechtere verlichting, een relatief slechteren visus zou geven dan de myopie onder de 6 D, eerder het tegendeel.

Houden we alleen rekening met het gedrag der myopen tegenover zwakke contrasten, waarbij zooals tevoren bleek, de ongunstige invloed van zwakker verlichting grooter is, dan worden deze cijfers:

Tellen we deze 4 laatste gegevens samen, dan zien we:

| | + | — | o | niet te bep. | |
|---|---|---|---|---|---|
| Goed contrast | 59 | 91 | 26 | | = 176 |
| Slecht contrast | 27 | 94 | 14 | 41 | = 176 |

Het blijkt hieruit dus wel dat, ook bij goede contrasten, bij afnemende verlichting de visus van den myoop meer afneemt dan die van E, doch dat bij zwakke contrasten deze afname veel meer voorkomt.

We hebben dus gezien dat de relatieve visus van M afneemt bij slechte verlichting, en bij slecht contrast. Dit zal dus des te meer moeten blijken indien we vergelijken de relatieve gezichtsscherpte van myopen bij sterke verlichting en sterk contrast, met die bij zwakke verlichting en zwak contrast.

Daar de relatieve gezichtsscherpte bij zwart-donkergrijs in kolom IV nooit, en in kolom III zelden te bepalen was, zullen we dus vergelijken den relatieven visus van iederen myoop, uit de tabellen III—VI, voor het contrast zwart-donkergrijs bij verlichting 1000, tegenover de relatieve gezichtsscherpte van den zelfden myoop voor wit-zwart bij verlichting 10.000.

Dan vinden we den visus bij minder contrast en weinig licht, tegenover die bij beter contrast en veel licht:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| M 6 | 10 | 24 | 3 | 25 |
| M > 6 | 3 | 9 | 2 | 12 |

dan blijkt van eenig verschil tusschen lichtere en sterkere myopen *niets meer*.

C. Vestigen we nu meer speciaal onze aandacht op den invloed van het contrast, en vergelijken we daartoe, in de tabellen III, IV, V en VI, telkens rij 2 en 3, met rij 1 en 4, in de kolommen II en III, dan vinden we voor den gew. cirkel:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Goed contrast | 18 | 25 | 1 | |
| Slecht contrast | 3 | 31 | | 10 |

Voor de gew. breedte:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Goed contrast | 10 | 25 | 9 | |
| Slecht contrast | 8 | 22 | | 14 |

Voor het richtingsverschil:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Goed contrast | 13 | 19 | 12 | |
| Slecht contrast | 13 | 16 | 9 | 6 |

Voor het physiologisch punt:

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| Goed contrast | 18 | 22 | 4 | |
| Slecht contrast | 3 | 25 | 5 | 11 |

| | + | — | 0 | niet te bep. |
|---|---|---|---|---|
| voor de gew. cirkel | 1 | 10 | | |
| „ „ „ breedte | | 11 | | |
| „ het richt. verschil | 5 | 4 | 2 | |
| „ „ phys.punt | 1 | 9 | | 1 |
| | 7 | 34 | 2 | 1 |

of in 80% der gevallen afgenomen, en slechts in 16% der gevallen toegenomen, welke laatste gevallen grootendeels voor rekening van het richtingsverschil komen.

Het moet dus erkend worden. dat de ongunstige invloed van geringe verlichting en zwakke contrasten zich bij den myoop in sterkere mate doet gevoelen dan bij den Emmetroop, hoewel er nog verscheidene myopen zijn, die bij de emmetropen niet ten achter staan.

Onze gevolgtrekking is wel in overeenstemming met de ervaringen van Seggel, Possek, Hillemans e. a. die op de frequentie van lichtzinstoornissen bij myopen hebben gewezen.

Samelsohn[1]) was de eerste, die bij myopie den lichtzin heeft onderzocht, een sterke daling van deze functie kon vaststellen.

Seggel[2]) nam behalve afname der gezichts-

---

[1]) Samelsohn, Compte rendu de travaux du congres internationale periodique de sciences médicales. 8me Session. Copenhagen. Tom III, p. 6, 1884.

[2]) Seggel, Archiv für Ophthalmologie 1904, Bd. 59.

scherpte, ook een vermindering van den lichtzin waar bij den myoop, een feit, waarmee ik, naar aanleiding van mijn eigen onderzoekingen, dus geheel kan instemmen. Hij nam deze vermindering van den lichtzin waar ook zonder ophthalmoscopisch aantoonbare veranderingen door rekking van den oogwand. Hij vindt dat bij zuivere myopie, niettegenstaande een gemiddeld betere gezichtsscherpte, de lichtzin slechter is dan bij As H, en bij hooge H „Dus beschadigt het myopie proces den lichtzin", laat hij daarop volgen.

Dat bij As M de lichtzin nog slechter is dan bij zuivere M, komt omdat het bijna altijd samengesteld As is, en omdat deze oogen, wegens de slechte gezichtsscherpte (gemiddeld $\frac{5}{7}\frac{3}{2}$) nog sterker worden ingespannen bij arbeid dichtbij, dan de zuiver myope oogen. Hij vindt dat de gezichtsscherpte, de lichtzin, en de centrale lichtzin (Treitel)[1]) het hoogst zijn bij E meisjes, dan E in 't algemeen, dan As H, H, dan M, en het allerslechtst bij As M.

De rekking van de achterste pool van het oog zou dus wel schadelijk zijn: rekking van de binnenbekleeding, tenminste van het neuroepitheel (het secretieorgaan van het gezichtspurper) moet volgens hem deze feiten verklaren.

Nog waarschijnlijker wordt deze veronderstelling als we zien dat de gezichtsscherpte en de lichtzin

---

[1]) Treitel, Archiv für Ophthalmologie, Bd. 31, pag. 259.

al bij den overgang van emmetropie tot een lichten graad van myopie afnemen. Hij heeft er vroeger al op gewezen dat deze vermindering van den visus reeds vóór het manifest worden der myopie optreedt, en dat na stationair blijven der myopie de V. zich weer verbetert. De visus is het slechtst op 15-jarigen leeftijd, op welken leeftijd ook de meeste patienten myoop worden. Op iets lateren leeftijd verbetert de visus dan weer.

Hij komt tot de slotsom dat:

1e. meisjes, waaronder minder myopie voorkomt, en de gemiddelde M-graad lager is, gemiddeld een beteren visus hebben, en een beteren lichtzin, dan jongens;

2e. dat, onder de verschillende refractietoestanden, de lichtzin bij de M. het slechtst is, en dat het aantal myopen, met een normalen lichtzin, erg klein is tegen de emmetropen;

3e. dat de lichtzin, en ook de visus met de toename der myopie, en met de toename van den leeftijd der kinderen, slechter wordt;

4e. dat de vermindering van den lichtzin reeds met de evolutie van het Myopieproces, en bij de laagste myopiegraden, optreedt, en wel vaker en sterker dan de vermindering van den visus.

Wel kan de vermindering van den lichtzin, evenals die van den visus, in de lagere en middelmatige graden van myopie, een tijdelijke zijn, maar toch is zij in de hoogere graden (van 6 D af) en in de

meerderheid der middelmatige graden, een blijvende, en bij de eerste zelfs een zeer aanzienlijke.

Heftig is Seggel hierover aangevallen.

Stilling en Landolt[1]) deden soortgelijke onderzoekingen, en kregen eerst dezelfde resultaten, later geheel andere. Stilling vond zelfs bij maligne myopie weinig vermindering van L. d. (= sensus luminis discernendi = contrast gewaarwording), en sterke vermindering alleen als er een groote conus en maculaveranderingen waren.

Blijkbaar kunnen de N. Opt. vezels, zegt hij, evenals andere zenuwvezels, en ook chorioidea en retina een sterke rekking verdragen. Pas een werkelijk pathologische verstoring, door bloedingen en secundaire ontstekingsprocessen, stoort den lichtzin. Het wordt dus ook waarschijnlijk dat de vermindering der gezichtsscherpte, ook bij den pathologischen vorm van myopie, slechts veroorzaakt wordt door de mechanische verschuiving en het kromtrekken van het mozaïk van de retina.

Het retinabeeld wordt nu onduidelijk, daar de gevoelige plaat slechts een verwrongen beeld kan leveren, maar niet omdat door de rekking een werkelijk ziekelijke verandering tot stand kwam. Zelfs de knikking der zenuwvezels, bij breeden sikkel of

---

[1]) Landolt, Klin. Monatsbl. für Augenh. Jan. 1906.

zelfs ringvormigen conus, stoort hun functie niet, zooals de lichtzin bewijst.

Landolt nam 100 myopen. 16 hiervan vertoonden verminderden liehtzin. Hierbij waren er 8 met deletaire myopie: maculaveranderingen, glasvochttroebelingen enz.

Eén had een stuwingspapil met bloedingen, een ander neuritis retrobulbaris. Ten slotte blijft er maar één over, van de 100, met verminderden lichtzin, zonder dat men ophthalmoscopisch een afwijking waar kon nemen.

Wölfflin [1]) vond ook geen verminderden lichtzin bij myopen.

Stilling maakte nog verdere aanmerkingen op de onderzoekingen over den verminderden lichtzin van Seggel. Hij zegt dat het verblindingsverschijnselen geweest zijn. Hij deed de proeven na, en telkens als hij verminderden lichtzin vond, is deze verdwenen als hij de proefobjecten door een nauwe buis liet bekijken. De verblinding kwam, volgens Stilling, door ongunstige verlichting, of door de wijde pupil der jonge myopen.

Seggel [2]) deed nu zijn proeven over, waarbij hij zijdelings invallend licht uitsloot. Hij antwoordt: „het onderzoek was niet op donkeradaptatie gericht, maar op lichtadaptatie, en dan wilde ik de adaptatiestoor-

---

[1]) Wölfflin, Arch. f. Ophth 1905, Bd. 61, pag. 524.
[2]) Seggel, Kl. Monatsbl. f. Augenh. Oct. 1906.

nissen, zooals die, in hoogere graden, bij hemeralopie gevonden worden, bij myopie aantoonen. Voor de lichtadaptatie gebruikte ik mijn lichtzinplaten, voor het nauwkeurig onderzoek van den lichtzin de Förstersche photometer, voor den centralen lichtzin de methode van Treitel (lichte vierkantjes op donkeren achtergrond).

Als nu Stilling mijn platen door een donkere buis laat bekijken, kan hij daar natuurlijk geen stoornis in de lichtadaptatie mee bewijzen.

Ook is de pupil bij lagere graden van myopie, zooals ik ze onderzocht, niet zooveel wijder dat daardoor verblinding optreedt.

Hoe weinig steekhoudend dit bezwaar van Stilling is, bewijst wel het feit dat ik bij spastische myopie, waarbij toch de pupil synergisch vernauwd is, nog slechteren lichtzin vond, dan bij zuivere myopie.

Ik heb de proeven nu overgedaan, en hierbij al het zijdelings invallend licht weggehouden, zoodat alleen de proefobjecten goed verlicht waren.

Ik onderzocht nu 112 manlijke, en 150 vrouwelijke leerlingen.

Onder de eersten waren 45% myopen, met gemiddeld 2.88 D; onder de laatsten 11.6% myopen, met gemiddeld 2.77 D.

De slotsom is nu weer dat 1° visus en contrastgewaarwording bij M. en As. M. en M. spastica achterstaan bij die van E, en dat 2° bij de jongens beide functies, en vooral de sensus luminis discernendi:

contrast-gewaarwording, slechter zijn dan bij de meisjes.

Ongeveer terzelfdertijd deed Possek[1]) onderzoekingen over den invloed van verschil in verlichting op de gezichtsscherpte van emmetropen en myopen.

Hij onderzocht daarbij 7250 myope oogen, die hij in 3 klassen verdeelde

M 0.25 — 3 D
M 3 — 6 D
M > 6.

Van deze oogen hadden, na correctie

V = of > 1 : 63 %
V < 1 : 37 %

Van de M 0.25—3 D hebben V > of = 1 : 82 %
V < 1 : 18 %
Van de M 3.——6 D „ V > of = 1 : 69 %
V < 1 : 31 %
Van de M > 6 D „ V > of = 1 : 15 %
V < 1 : 85 %

Ook merkt hij op dat, procentsgewijze, het aantal myopen onder de 20 jaar met slechten visus, niet veel verschilt van het aantal hypermetropen van alle leeftijden, met slechten visus. Boven dien leeftijd echter treden groote verschillen op, welk ver-

---

[1]) Possek. Der Einfluss verschiedener Beleuchtungsstärken auf die Sehleistungsfähigkeit des Emmetropen und Myopen. Archiv. für Hygiene Band 60 1907.

schijnsel den deletairen invloed van het myopieproces op den visus aantoont.

Het sterkste komt dit verschil uit bij myopie van geringeren, het minst bij myopie van hoogeren graad, waarbij men echter bedenken moet, dat hierbij, reeds op jeugdigen leeftijd, nog slechts 19 % een normalen visus hebben.

Dan beschrijft hij zijn eigen onderzoekingen, die heel anders zijn ingericht dan die van de meeste andere onderzoekers. Hij nam een wit veld, waarop een bladzijde Grieksche woorden. Op eenigen afstand stond een statief, om het hoofd van de onderzochte persoon op den zelfden afstand te houden. De proefobjecten werden van ter zijde verlicht door een of meer gloeilampen, en iedere keer werd met behulp van Weber's photometer de lichtsterkte bepaald, daar hij bang was dat door schommelingen in den electrischen stroom de verlichting zou wisselen in intensiteit.

Bij goede verlichting werd dan de afstand gezocht waarop de grieksche woorden nog vlot konden worden gelezen. Deze werd genoteerd, en bij alle verdere proeven, bij de verschillende verlichtingen, gebruikt. Ze bedroeg, bij emmetropie en zwakke myopie gemiddeld 60 c.M.; bij ametropie, met correctie, van hoogeren graad, natuurlijk minder.

Vervolgens noteerde hij het aantal secunden dat de onderzochte er over deed om alle woorden te lezen, bij verschillende verlichtingen. Hij deed deze

proeven met 60 emmetropen en 60 myopen, en gebruikte een verlichting van 30, 10, 6 en 3 M.K.

Uhthoff gaf immers aan dat boven de 33 M.K. de visus niet steeg. Possek vond ook geen anderen leestijd bij 30, 40, 50 of 60 M.K., en nam daarom 30 M.K. als bovengrens.

Als ondergrens nam hij 3 M.K,, daar beneden dezen grens reeds bij vele personen onaangename verschijnselen in de oogen optreden, als tranen, roodworden der conjunctivae enz.

Zooals te voorzien was, was de leestijd bij verschillende personen zeer verschillend, waarvoor verscheidene factoren van physischen en psychischen aard in aanmerking komen. Toch is ook, afgezien daarvan, de invloed van verminderde verlichting bij de verschillende proefpersonen verschillend; zij komt nl. bij sommigen niet of nauwelijks tot uiting, terwijl zij zich bij anderen duidelijk doet gevoelen.

Hij vestigt er dan nog eens de aandacht op, dat hij den gang van zaken zoo regelde dat niet verschil in adaptatie, vermoeidheid en andere factoren fouten konden veroorzaken.

Hij reduceert den gemiddelden leestijd van het emmetrope oog, bij 30 M.K. tot 100 sec., en vindt dan:

| 30 M.K. | 10 M.K. | 6 M.K. | 3 M.K. |
|---|---|---|---|
| 100 sec. | 101.28 | 107.59 | 122.49 |

bij M < 3 D vindt hij dan, den tijd bij 30 M.K. weer gereduceerd tot 100 sec.:

| 30 M.K. | 10 M.K. | 6 M.K. | 3 M.K. |
|---|---|---|---|
| 100 | 112.13 | 127.05 | 157.39 |
| bij M > 3 D 100 | 111.18 | 148.12 | 171.53 |

Hij komt tot de conclusie dat voor den emmetroop een verlichting van 10 M.K. als goed, eene van 6 M.K. als minimum eisch te beschouwen is. Voor den myoop wil hij dan 10 M.K. als minimumeisch stellen.

Van onderzoekers op dit gebied moeten we nog noemen Hillemans[1]), die ook een vermindering van den lichtzin bij myopie vond. Volgens hem doen de ophthalmoscopische, zoowel als de pathologisch-anatomische bevindingen bij asmyopie, met haar rekkings-atrophie van den fundus, reeds a priori verwachten, dat de daarmee samengaande beschadiging der chorio-retina niet zonder beschadiging van het lichtzinapparaat, het pigmentepitheel en de staafjes, verloopen kan.

Hillemans beschrijft dan zijn eigen onderzoekingen. Hij gebruikte hiervoor de platen van Treitel, een vierkantje op lichteren of donkerder achtergrond. Hij zag al dadelijk patienten met een geringe myopie, zelfs van 1 of 2 D., vooral jonge schoolkinderen, die, na correctie bij goede verlichting een normalen visus hadden, bij wie echter een geringe vermindering van verlichting, die bij

---

[1]) Dr. M. Hillemans, Ueber Sehprüfung bei künstlicher Beleuchtung und Lichtsinnstörung besonders bei Myopie. Klin Monatsblätter für Augenheilk. 1909. Bnd 47 Blz 382.

een niet myoop oog geen invloed op den visus had, den visus deed dalen van $^5/_4$ op $^5/_8$ of zelfs $^5/_{12}$.

Hij komt tot de conclusie:

1e. de lichtzinstoornissen bij myopie zijn een gevolg van een beschadiging van het stratum pigmentosum (de plaats waar waarschijnlijk de lichtgevoelige stoffen gemaakt worden) en verder van de staafjes.

2e. de lichtzinstoornissen nemen bij het stijgen van den myopiegraad in aantal toe. Bij lage myopie komen ze zelden voor, (Seggel vond ze ook hier reeds dikwijls), bij middelmatige myopie meer; zij ontbreken bij hooge myopie met ophthalmoscopisch zichtbare chorioretinaalveranderingen slechts zelden. Hij legt er den nadruk op dat hun aanwezigheid niet aan het voorhanden zijn van grovere macula-aandoeningen gebonden is, doch dat ze ook bij negatief ophthalmoscopisch onderzoek (afgezien van de myopische papilverandering) gevonden worden.

3e. men kan ze aantoonen door:

*a*) verlangzaamde adaptatie bij onderzoek der gezichtsscherpte bij slechte verlichting, en bij het onderzoek der contrastgewaarwording, met Seggelsche en Treitelsche tafels.

*b*) hemeralopischen, d. i. onevenredig verminderden visus bij verminderde verlichting en verminderd contrast.

*c*) verminderde centrale contrastgewaarwording

4e. het verschil in lichtzin bij myopie hangt hiervan af, welk deel van de retina, die op ver-

schillende plaatsen verschil in lichtgevoeligheid vertoont, door de rekking beschadigd is.

5°. klachten van myopen over nachtblindheid zijn slechts dan bewijzend, indien ze niettegenstaande volledige correctie, geuit worden, daar de nadeelen van de bij geringe verlichting verwijde pupil voor den visus, bij onvoldoende correctie sterker gevoeld worden.

6°. eindelijk merkt hij op dat Seggel misschien wel overdrijft met zijn „verschrikkelijke vermindering van den lichtzin bij nog matige myopie", maar dat hij (d. i. Hillemans) toch dichter bij Seggel's opvatting staat, dan bij die van Stilling, die bij zijn ontkenning van deze feiten z. i. zijn doel voorbij streefde.

Ook Prof. Koster[1]) vond verminderden lichtzin bij myopie-candidaten. Hij zegt: „als we de schoolkinderen met nog niet begonnen myopie onderzoeken, valt in de eerste plaats de uitvoerig besproken hyperaemie van den fundus oculi op, en, zooals ik zeide, dikwijls reeds een kleine conus, maar verder hebben deze kinderen zeer wijde pupillen, en een lichte vermindering van gezichtsscherpte; ze hebben bovendien *goede verlichting* noodig, om den maximalen visus te bereiken. Is dit nu alles reeds het gevolg van arbeid op korten afstand? Het is mogelijk, maar

---

1) W. Koster. Ursache und Behandlung der stationären Myopie. Zeitschrift für Augenheilkunde. 1915.

ik geloof het niet. Er zijn nl. kinderen, waarbij slechts de laatste 3 symptomen te vinden zijn, en die nog zeer weinig arbeid op korten afstand gedaan hebben. Het is moeilijk hier nauwkeurige gegevens te verkrijgen, maar toch heb ik den indruk gekregen, dat de zwakkere lichtzin, de geringere gezichtsscherpte en de pupilverwijding primair optreden, en dat de kinderen daarom het boek dichter bij de oogen beginnen te houden, om grootere beelden te krijgen, en makkelijker te zien; want de accommodatie-inspanning valt hun niet moeilijk. Nu treedt echter een circulus vitiosus op, want de overmatige accommodatie geeft hyperaemie van het oog, vermindert den lichtzin weder, vermindert de gezichtsscherpte een weinig, en het gevolg is, dat het kind zich nog verder over zijn boek buigt, totdat ten slotte de convergentie een grens bepaalt.

Of de verwijding van de pupil slechts een reflectorische is op de geringere lichtgevoeligheid, staat niet vast; ik ben geneigd dit aan te nemen, hoewel de gedachte aan een sympathicus-prikkeling zich soms opdringt. De vermindering van den lichtzin uit zich niet zoo zeer in een verhooging van den drempel bij het meten met den Försterschen photoptometer, als wel in een verhooging van het minimum van lichtsterkte noodig voor een goede gezichtsscherpte; schuift men de gordijnen voor het raam, totdat de kamer zoo donker wordt dat een normaal oog nog juist de volle gezichtsscherpte bereikt, dan

kan de kleine patient zijn maximum al lang niet meer bereiken. Er bestaat dus een lichte graad van *amblyopie* en *hemeralopie*.

Van welken aard deze zijn, durf ik niet met zekerheid te zeggen, maar met het oog op de uitkomst van therapeutische ervaringen, meen ik dat hier een lichte, goedaardige chronische ziekte, van ontstekingachtigen aard, in het spel is, een zeer lichte vorm van chorioretinitis. Deze leidt dus de ontwikkeling der bijziendheid in, doordat ze tot overmatige inspanning van de accommodatie leidt, en daardoor tot veneuse stuwing en tot verweeking van de achterste sclera, die dan aan den normalen oogdruk meegeeft."

Den laatsten tijd is hetzelfde probleem weer naar voren gekomen bij de bespreking van de vele gevallen van „Kriegshemeralopie", die in den laatsten oorlog werden waargenomen, zooals uit een paar voorbeelden moge blijken. Voor een groot deel zou deze hemeralopie berusten op myopie, althans volgens Hillemans [1]).

Ook H. Frenkel [2]) vond een groot aantal hemeralopen in het leger. Hoewel er zeer vele simulanten bij waren, bleven er toch talrijke gevallen van echte hemeralopie over. Frenkel denkt dat dit komt omdat de soldaten, die hij onderzocht, voor hulp-

---

[1]) Hillemans Klin. Monatsbl. fur Aug. 1918.

[2]) H. Frenkel L'héméralopie chez les mobilisés de l'intérieur. Arch. d'Opht. Aug. 1917.

diensten waren opgeroepen, en hieronder vele myopen waren. Hij onderzocht ze met den photometer van Förster; in 't geheel waren er 48, die werkelijk nachtblind waren. Hieronder waren 30 myopen, 2 hypermetropen, 7 met verschillende oogziekten, 8 met congenitale hemeralopie, en 1 met hemianopsie van corticalen oorsprong; inderdaad ook hier aanwijzingen, dat myopie voor nachtblindheid zou praedisponeeren.

Aan den eenen kant zien we dus Seggel, die verminderden lichtzin bij myopie aantoont, evenals Possek en Hillemans, aan den anderen kant Stilling en Landolt, die absoluut normalen lichtzin vonden.

Wat leerden me nu mijn eigen onderzoekingen, en gaven ze mij het recht in dezen strijd een partij te kiezen?

Zooals we op blz. 76 hebben gezien, kan ik me, zonder voorbehoud, onder de partij van Seggel scharen.

Bij mijn eigen onderzoek is duidelijk gebleken, dat de myopen, wanneer zij tegenover zwakke contrasten komen te staan, in het nadeel zijn ten opzichte van emmetropen. Dit feit zou als bewijs kunnen gelden, dat bij myopen niet zelden de lichtzin is gestoord en is dus een bevestiging van de door Seggel, Possek en Hillemans verdedigde meening. Men moet intusschen de beteekenis dezer resultaten niet overschatten. Vooreerst mogen we

niet geheel uitsluiten de mogelijkheid dat het eenig verband houdt met de wijdere pupil der myopen, en betreur ik daarom, dat ik niet de pupilgrootte mijner patienten bij de verschillende proeven heb geregistreerd.

Tegen overschatting zou ik willen waarschuwen, ook al op grond van den geringen graad der stoornis, en omdat van eenige belangrijke toename in de zwaardere gevallen (die met hoogen graad van myopie of met geringe gezichtsscherpte) niets bleek. Het laatste feit komt overeen met hetgeen Seggel gezegd heeft (zie blz. 78), dat nl. de lichtzin al bij den overgang van emmetropie tot de lichtste myopie afneemt. Ook zou zelfs de lichtzinstoornis al aan het optreden der myopie voorafgaan. Vergelijken we de cijfers, gevonden bij mijn onderzoek met coll. Roelofs met de cijfers van E. uit de myopie-tabellen, dan zien we, dat ook ik met E + 0.5 D bij slechte verlichting en slecht contrast het afleg tegenover de emmetropen. Men zegt ook dat niet zelden door den schoolarts gezonden kinderen, bij wie aanvankelijk de diagnose op asthenopia nervosa moet worden gesteld, een volgend jaar myoop worden bevonden; men heeft de vraag gesteld of die aanvankelijke asthenopie niet aan een lichtzinstoornis moest worden geweten; een lichtzinstoornis, die aan myopie voorafging en aanleiding gaf tot klachten van de slecht zien in een niet al te goed verlicht schoollokaal (Koster, zie blz. 110 en N. T. v. G. 1916, pag. 2373).

Het is wel merkwaardig, dat de zware gevallen van myopie zich niet anders gedragen dan de lichte gevallen; dat de stoornis volgens ons onderzoek bij de eerste (hooge M.) niet veelvuldiger is dan bij de laatste. Men kan hierin dan toch moeilijk het gevolg van deletaire rekking of ontsteking zien.

Nog heb ik overwogen of we hier soms te doen hadden met het onlangs door Wibaut [1]) opnieuw bestudeerde verschijnsel van refractie-toeneming in donker. Wibaut vond in navolging van Beraneck en Verrey, Charpentier en Schoute, een toename van refractie van 0.5 tot 1 en zelfs 1.5 D. Zouden onze myopen nu in schemerdonker misschien ondergecorrigeerd zijn geweest, en daardoor bij afnemende verlichting een afnemenden visus hebben vertoond?

Daartoe deed ik 100 bepalingen van onze objecten met coll. Roelofs, die precies emmetroop is. Den volgenden dag deden we dezelfde bepalingen nog eens, waarbij Roelofs een glas sph — 0.5 voor zijn oog hield. Een duidelijken invloed van dit glas was niet te merken; de cijfers waren deels gelijk, deels hooger, deels lager, zonder dat er een bepaalde regelmaat in zat, of we er een bepaalde conclusie uit konden trekken.

1) F. Wibaut. Refractietoeneming in schemerdonker. N. T. v. G. 1919. Tweede helft, blz. 1437.

## EIND-CONCLUSIES.

Bij een poging de resultaten van ons onderzoek te overzien, en samen te vatten, en het antwoord te formuleeren op de vragen die ons uitgangspunt vormden, keeren we dus terug tot de conclusies aan 't einde van het eerste en tweede gedeelte geformuleerd.

Op pag. 50 en 51 immers mochten we wijzen op den invloed dien de gezichtsscherpte van een emmetroop van slechte verlichting en geringe contrasten kan ondervinden.

Het onderzoek der myopen leerde ons hoe een vermindering der gezichtsscherpte bij hen tot uiting komt, evenzeer bij bepalingen van gewaarwordingsbreedte en gewaarwordings-cirkel, als van richtingsverschil en physiologisch punt (pag. 55), en hoe zij meer dan emmetropen nadeel ondervinden van zwakke verlichting (pag. 69) en van geringe contrasten (pag. 70 en 76).

1 en 2. Komende thans tot de vragen in onze inleiding gesteld (pag. 5) kan ten opzichte van het antwoord op de eerste twee vragen geen twijfel bestaan; de myoop ondervindt inderdaad meer stoornis dan de emmetroop.

3. Bij de beantwoording van de derde vraag, of hieruit misschien iets te concludeeren is omtrent de histologie van het myopie-proces, kan van eenig

belang zijn het op pag. — vermelde feit, dat het waarnemen van richtingsverschillen bij den myoop minder gestoord was dan zijn gezichtsscherpte tegenover andere objecten. Dit kan misschien hieraan zijn toe te schrijven dat het richtingsverschil iets minder afhankelijk is van de verlichting, dan de andere onderzochte factoren, zooals het in Hoofdstuk II genoemde onderzoek scheen aan te wijzen.

We mogen echter uit de geringe stoornis van den optischen ruimtezin tevens besluiten, dat de relatieve ligging der percipieerende elementen (zie teekening, blz. 14) niet belangrijk gestoord is; zij mogen dan blijkens de slechtere waarden van gewaarwordingsbreedte en cirkel, en physiologisch punt geleden hebben in gevoeligheid, groote *plaatsveranderingen* vertoonen zij waarschijnlijk niet; een eventueele rekking zal gering of zeer gelijkmatig moeten zijn geweest, en draagt zeker geen verontrustend karakter.

4. Onze proeven geven wel eenige aanwijzing omtrent de arbeidsgeschiktheid van den myoop.

Natuurlijk moet men hier zeer voorzichtig te werk gaan, en gezien den zeer slechten visus, waarmede hier in Amsterdam vele diamantbewerkers hun vak blijkbaar nog met goed gevolg kunnen uitoefenen, al geschiedt dit dan ook bij goede verlichting, niet al te spoedig zijn veto uitspreken.

Toch wil het mij voorkomen dat bepaalde be-

roepen, waar met donkere grondstoffen van gering contrast gewerkt wordt, zooals b.v. schoenmakers en kleermakers doen, voor den myoop niet zeer geschikt zijn.

5. Omtrent de eischen die in verschillende beroepen aan de verlichting gesteld moeten worden, komen we tot de conclusie dat een verlichting die voor emmetrope arbeiders voldoende is, voor myopen onvoldoende kan zijn, speciaal in een werkplaats waar met donkere grondstoffen van gering contrast gewerkt wordt. Het zou dus aanbeveling verdienen rekening te houden met de myopen bij het bepalen dezer eischen, en ze dadelijk zoo hoog te stellen dat ook de myopen, die toch in zoo grooten getale gevonden worden, voldoende licht zullen krijgen om hun werk naar behooren te kunnen doen.

**Verlichting noodig voor den Gewaarwordingscirkel op 4 M. afstand.**

| Gezien onder een hoek van: | Zwart-wit $C^1$. | Zwart-lichtgrijs $C^2$. | Zwart-donkergrijs $C^3$. | Wit-zwart $C^4$. | Wit-donkergrijs $C^5$. | Wit-lichtgrijs $C^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) 1′17″ | — | | | — | 8442. | — | 1) |
| 2) 1′43″ | 3974. | | — | 4063.2 | 2842.1 | 8168.4 | 2) |
| 3) 2′35″ | 836.3 | 5079. | | 1005.8 | 1113.4 | 3137. | 3) |
| 4) 3′52″ | 289 5 | 1894.5 | 7874. | 444.4 | 444.4 | 500. | 4) |
| 5) 5′10″ | 178.4 | 912.3 | 4063.2 | 309.9 | 106.1 | 286.55 | 5) |
| 6) 6′27″ | 73.57 | 593.6 | 2316. | 160.8 | 79. | 184.1 | 6) |
| 7) 7′44″ | 63.4 | 485.4 | 1452.6 | 155.0 | 63.84 | 166.66 | 7) |
| 8) 10′19″ | 41.2 | 359.5 | 1046.7 | 64.3 | 40.74 | 111.1 | 8) |
| 9) 12′54″ | 26.3 | 269.0 | 751.5 | 19.6 | 21.08 | 70.63 | 9) |
| 10) 15′28″ | 13.0 | 152.0 | 549.7 | 13.43 | 14.69 | 36.45 | 10) |
| 11) 20′38″ | 9.4 | 79.0 | 479.2 | 6.287 | 7.95 | 18.41 | 11) |
| 12) 25′47″ | 6.3 | 59.9 | 371.4 | 3.97 | 4.98 | 11.02 | 12) |

**Gewaarwordingscirkel gezien onder een hoek van:**

| | Verlichting. | Zwart-wit $D^1$ | Zwart-lichtgrijs $D^2$. | Zwart-donkergrijs $D^3$. | Wit-zwart $D^4$. | Wit-donkergrijs $D^5$. | Wit-lichtgrijs $D^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 9474. | 2′17″ | 2′50″ | 4′24″ | 1′59″ | 2′6″ | 2′4″ | 1) |
| 2) | 3158. | 2′42″ | 4′17″ | 6′53″ | 2′32″ | 2′25″ | 2′33″ | 2) |
| 3) | 1052.6 | 3′36″ | 6′3″ | 10′55′ | 3′34″ | 3′39″ | 4′3″ | 3) |
| 4) | 350.88 | 4′44″ | 10′8″ | 21′9″ | 5′21″ | 5′10″ | 5′39″ | 4) |
| 5) | 109.41 | 7′21′ | 19′51″ | 28′20″ | 9′4″ | 8′50″ | 9′57″ | 5) |
| 6) | 33.96 | 15′34″ | 27′30″ | 45′50″ | 20′38″ | 20′38″ | 23′34″ | 6) |
| 7) | 11.32 | 25′56″ | 45′11″ | 1°11′13″ | 26′27″ | 27′13″ | 30′38″ | 7) |
| 8) | 3.77 | 41′15″ | 1°16′24″ | 2°20′10″ | 38′22″ | 33′ | 44′36″ | 8) |
| 9) | 1.26 | 1°8′46″ | 2°18′17″ | 6°25′38″ | 55′45″ | 52′53″ | 1°55′39″ | 9) |

**Verlichting noodig voor de Gewaarwordingsbreedte op 4 M. afstand.**

| | Gezien onder een hoek van: | Zwart-wit $A^1$. | Zwart-lichtgrijs $A^2$. | Zwart-donkergrijs $A^3$. | Wit-zwart $A^4$. | Verlichting. Wit-donkergrijs $A^5$. | Wit-lichtgrijs $A^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 52″ | — | — | — | — | — | — | 1) |
| 2) | 1′17″ | 2421. | 4419.11 | — | 3684.25 | 4800.00 | 5431.62 | 2) |
| 3) | 1′43″ | 552.64 | 1801.83 | — | 1228.06 | 1286.53 | 1464.30 | 3) |
| 4) | 2′35″ | 192.99 | 710.53 | 5579.00 | 479.22 | 458.48 | 552.04 | 4) |
| 5) | 3′27″ | 77.13 | 461.99 | 3179.00 | 233.21 | 201.17 | 290.06 | 5) |
| 6) | 4′18″ | 50.93 | 353.8 | 1537.00 | 93.72 | 83.98 | 75.83 | 6) |
| 7) | 5′10″ | 38.03 | 286.56 | 859.64 | 70.85 | 58.63 | 62.02 | 7) |
| 8) | 6′53″ | 20.02 | 213.45 | 637.43 | 47.99 | 45.96 | 46.18 | 8) |
| 9) | 8′35″ | 13.78 | 82.40 | 456.13 | 21.08 | 17.76 | 19.21 | 9) |
| 10) | 10′19″ | 11.77 | 64.97 | 362.57 | 16.40 | 13.23 | 15.49 | 10) |
| 11) | 12′54″ | 8.45 | 47.99 | 242.69 | 11.52 | 7.093 | 11.17 | 11) |
| 12) | 17′11″ | 4.48 | 29.65 | 137.43 | 6.99 | 4.98 | 6.79 | 12) |

**Gewaarwordingsbreedte gezien onder een hoek van:**

| | Verlichting. | Zwart-wit $B^1$. | Zwart-lichtgrijs $B^2$. | Zwart-donkergrijs $B^3$. | Wit-zwart $B^4$. | Wit-donkergrijs $B^5$. | Wit-lichtgrijs $B^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 9474. | 1′16″ | 1′43″ | 2′56″ | 1′23″ | 1′24″ | 1′16″ | 1) |
| 2) | 3158. | 1′35″ | 2′35″ | 4′35″ | 1′38″ | 1′55″ | 1′55″ | 2) |
| 3) | 1052.6 | 2′ | 3′48″ | 7′5″ | 2′5″ | 2′15″ | 2′41″ | 3) |
| 4) | 350.88 | 3′9″ | 6′33″ | 11′27″ | 2′45″ | 3′8″ | 3′37″ | 4) |
| 5) | 109.41 | 4′44″ | 10′55″ | 17′38″ | 4′36″ | 4′43″ | 5′17 | 5) |
| 6) | 33.96 | 7′8″ | 16′51″ | 26′27″ | 8′20″ | 8′5″ | 9′29″ | 6) |
| 7) | 11.32 | 12′54″ | 24′16″ | 39′52″ | 11′38″ | 13′45″ | 15′43″ | 7) |
| 8) | 3.77 | 18′25″ | 40′26″ | 1°19′23″ | 16′54″ | 21′29″ | 25′9″ | 8) |
| 9) | 1.26 | 26′58″ | 1°31′55″ | 4°5′8″ | 22′11″ | 30′34″ | 39′17″ | 9) |

**Verlichting noodig voor het Richtingsverschil op 4 M. afstand.**

| Gezien onder een hoek van: | Zwart-wit E′. | Zwart-lichtgrijs $E^2$. | Zwart-donkergrijs $E^3$. | Wit-zwart $E^4$. | Verlichting. Wit-donkergrijs $E^5$. | Wit-lichtgrijs $E^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) 26″ | 3663.17 | — | — | 6000.00 | 6042.14 | 5873.7 | 1) |
| 2) 51″ | 418.13 | 2947.43 | — | 859.66 | 763.15 | 871.34 | 2) |
| 3) 1′17″ | 233.92 | 1248.54 | 8063.2 | 371.34 | 456.12 | 479.52 | 3) |
| 4) 1′43″ | 143.27 | 978.4 | 6000.00 | 233.92 | 304.09 | 342.11 | 4) |
| 5) 2′9″ | 69.27 | 508.8 | 3276.36 | 88.74 | 83.98 | 201.75 | 5) |
| 6) 2′35″ | 52.74 | 409.35 | 2079.— | 68.82 | 64.51 | 88.06 | 6) |
| 7) 3′26″ | 40.97 | 295.42 | 1395 | 45.50 | 43.92 | 53.41 | 7) |
| 8) 4′18″ | 31.69 | 216.37 | 1209.2 | 39.62 | 35.77 | 46.41 | 8) |
| 9) 5′10″ | 16.60 | 100.— | 736.83 | 18.91 | 22.65 | 43.45 | 9) |
| 10) 6′53″ | 12.12 | 62.48 | 555.55 | 10.66 | 12.58 | 17.05 | 10) |
| 11) 8′35″ | 10.06 | 45.05 | 422.97 | 8.20 | 9.56 | 14.64 | 11) |
| 12) 10′19″ | 7.39 | 29.89 | 251.46 | 5.53 | 6.44 | 9.46 | 12) |

**Richtingsverschil gezien onder een hoek van:**

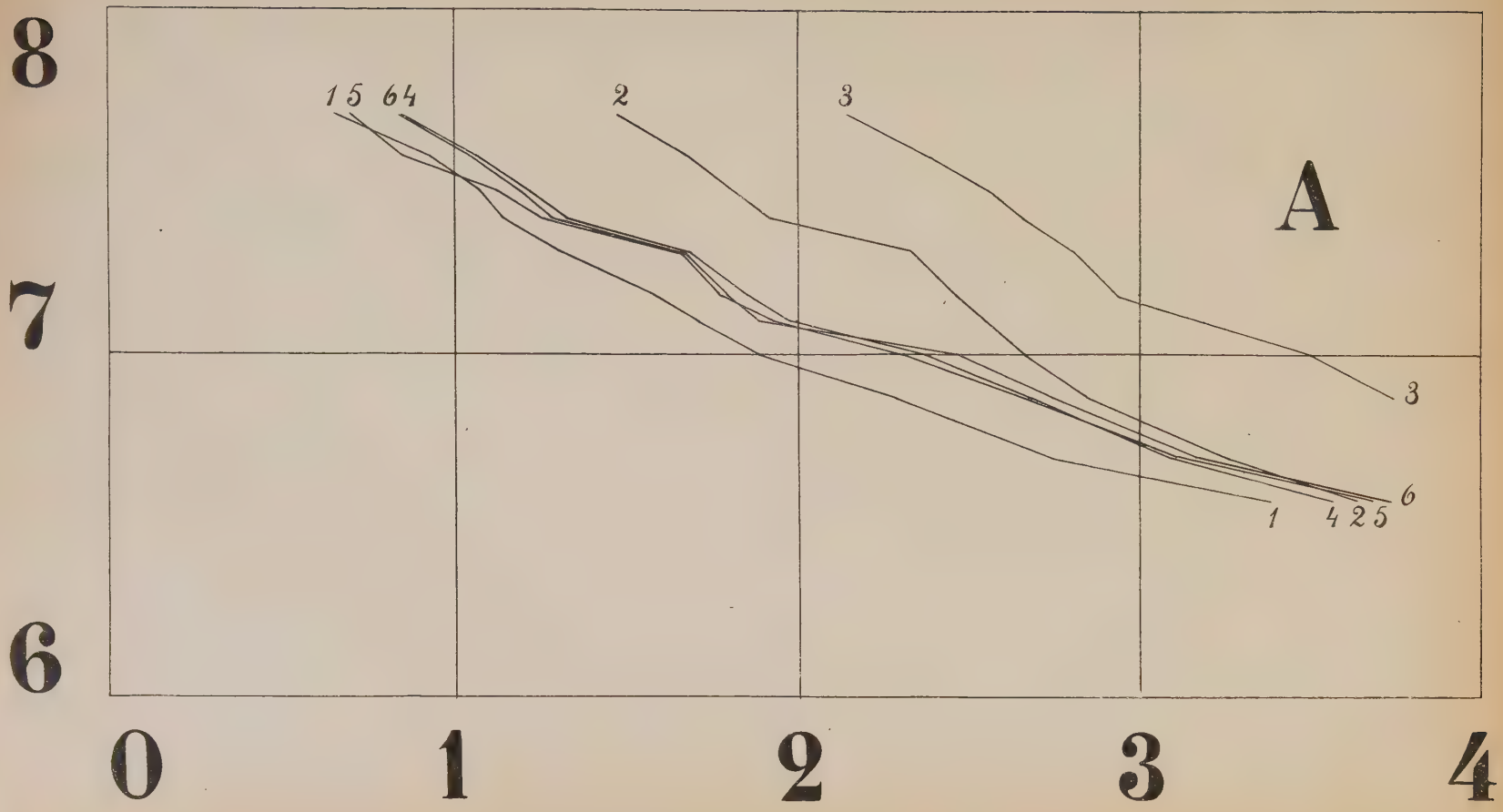
| | Verlichting. | Zwart-wit F[1]. | Zwart-lichtgrijs F[2]. | Zwart-donkergrijs F[3]. | Wit-zwart F[4]. | Wit-donkergrijs F[5]. | Wit-lichtgrijs F[6]. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | 9474. | 31″ | 41″ | 57″ | 29″ | — | 33″ | 1) |
| 2) | 3158. | 37″ | 51″ | 1′31″ | 37″ | 48″ | 37″ | 2) |
| 3) | 1052.6 | 54″ | 1′14″ | 2′50″ | 40″ | 1′26″ | 1′2‴ | 3) |
| 4) | 350.88 | 1′16″ | 2′30″ | 5′34″ | 1′4″ | 2′ | 1′32″ | 4) |
| 5) | 109.41 | 2′22″ | 5′17″ | 11′28″ | 2′15″ | 2′40″ | 2′55″ | 5) |
| 6) | 33.96 | 6′8″ | 10′7″ | 15′52″ | 6′45″ | 6′2″ | 7′1″ | 6) |
| 7) | 11.32 | 9′8″ | 11′38″ | 20′20″ | 8′44″ | 8′44″ | 13′47″ | 7) |
| 8) | 3.77 | 14′19″ | 15′17″ | 41′15″ | 22′55″ | 12′44″ | 22′11″ | 8) |
| 9) | 1.26 | 33′ | 27′30″ | 39′37″ | 35′52″ | 16′30″ | 50′18″ | 9) |

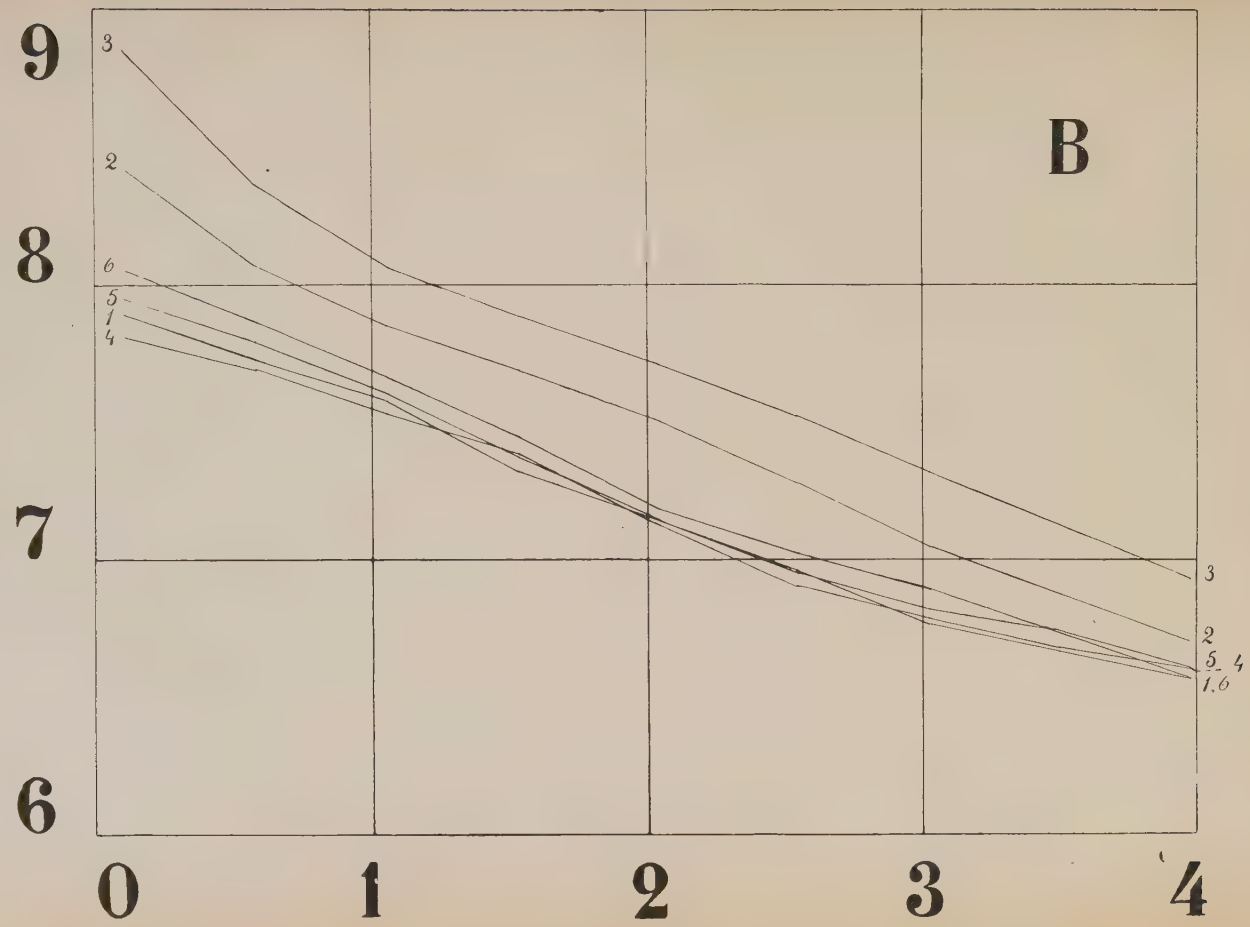
**Verlichting noodig voor het Physiologisch Punt op 4 M. afstand.**

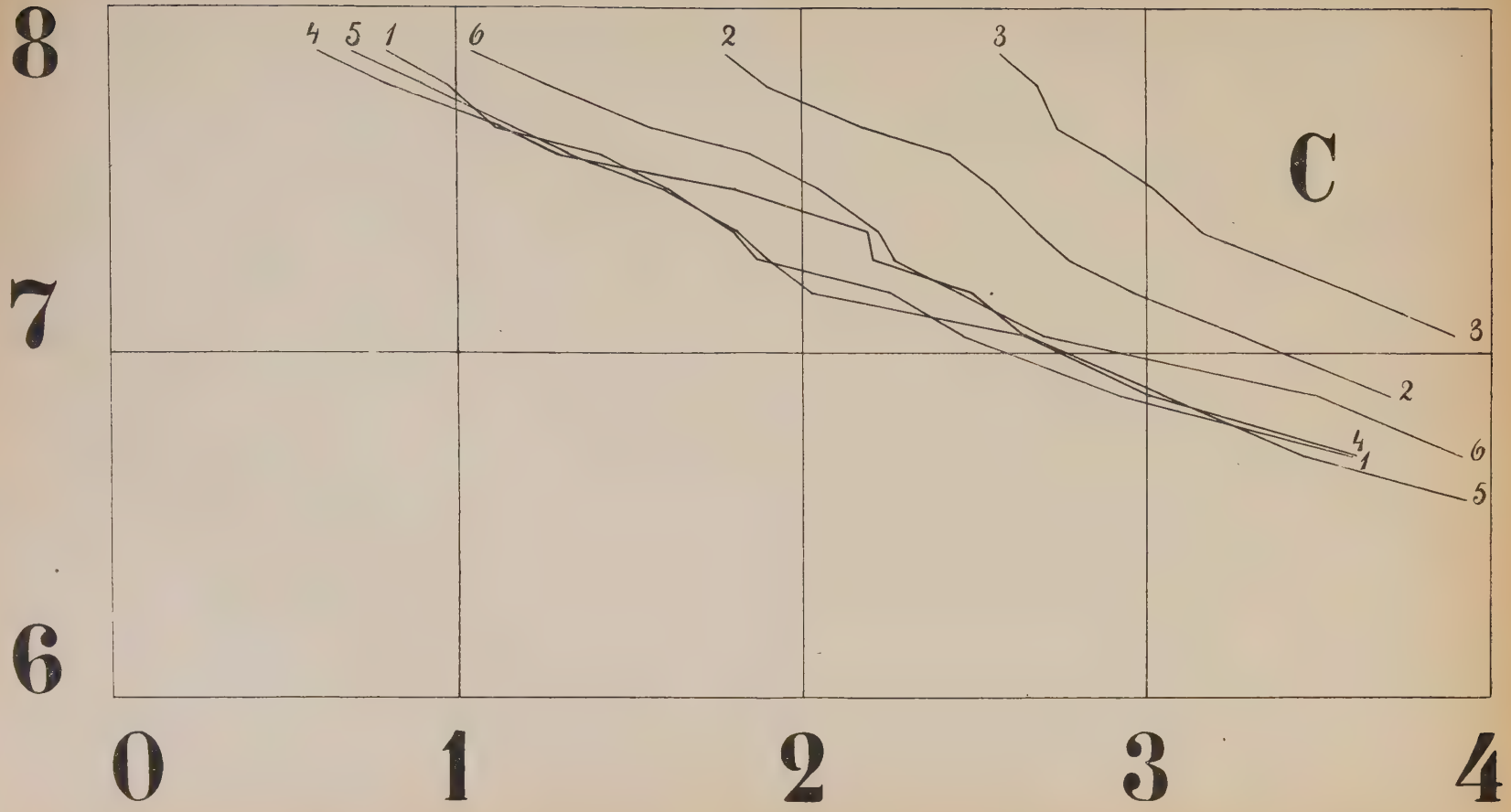
| Gezien onder een hoek van: | Zwart-wit $G^1$. | Zwart-lichtgrijs $G^2$. | Zwart-donkergrijs $G^3$. | Wit-zwart $G^4$. | Verlichting. Wit-donkergrijs $G^5$. | Wit lichtgrijs $G^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) 26″ | — | — | — | — | — | — | 1) |
| 2) 51″ | — | — | | 9347.4 | — | — | 2) |
| 3) 1′17″ | 6463.29 | — | — | 4231.63 | 4463.22 | 9686.8 | 3) |
| 4) 1′43″ | 1979.00 | — | — | 1642.11 | 1257.3 | 7474. | 4) |
| 5) 2′35″ | 751.45 | 8126.40 | — | 675.43 | 748.53 | 2758. | 5) |
| 6) 3′52″ | 385.96 | 2905.27 | 9389.4 | 421.85 | 368.4 | 853.8 | 6) |
| 7) 5′10″ | 210.52 | 1087.45 | 4505.3 | 175.44 | 103.5 | 485.4 | 7) |
| 8) 7′44″ | 84.79 | 576.02 | 2631.6 | 42.10 | 54.10 | 236.85 | 8) |
| 9) 10′19″ | 19.92 | 450.29 | 1515.8 | 8.6 | 13.48 | 73.12 | 9) |
| 10) 15′28″ | 11.27 | 94.17 | 792.3 | 5.73 | 6.932 | 48.01 | 10) |
| 11) 20′38″ | 7.24 | 71.08 | 435.7 | 3.67 | 4.276 | 29.65 | 11) |
| 12) 25′47″ | 4.28 | 44.14 | 225.1 | 1.76 | 2.968 | 19.24 | 12) |

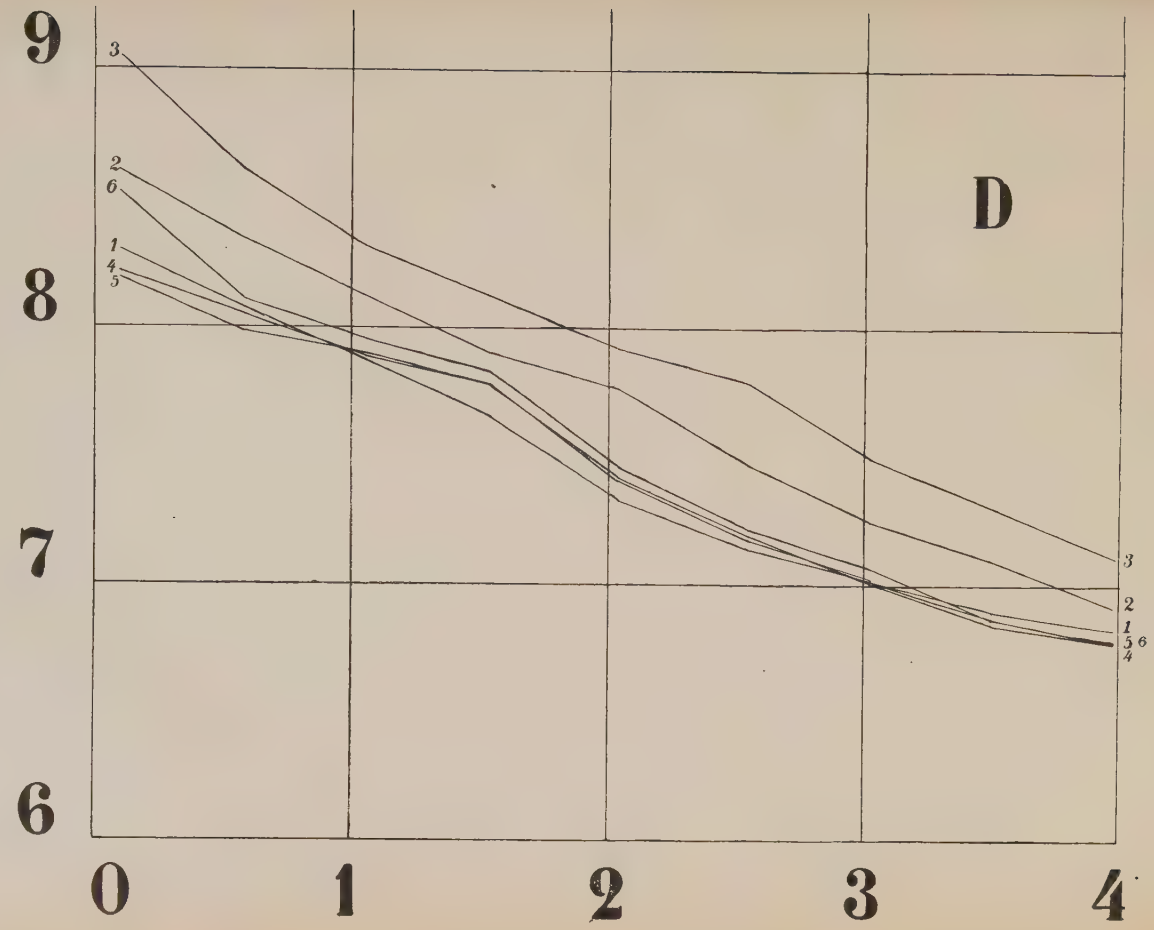
**Physiologisch Punt gezien onder een hoek van:**

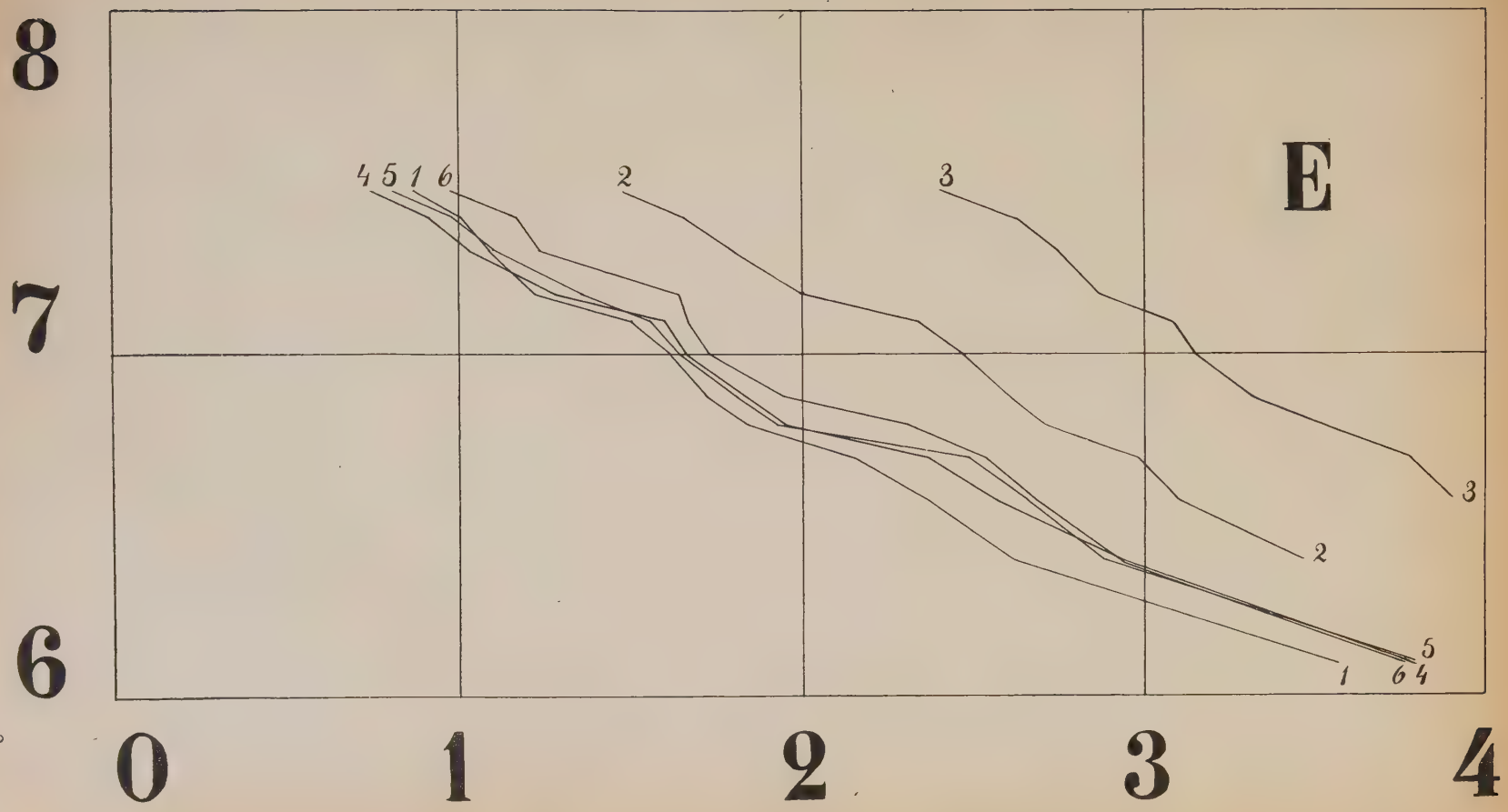
| Verlichting. | Zwart-wit $H^1$. | Zwart-lichtgrijs $H^2$. | Zwart-donkergrijs $H^3$. | Wit-zwart $H^4$. | Wit-donkergrijs $H^5$. | Wit-lichtgrijs $H^6$. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) 9474. | 1′19″ | 2′17″ | 4′40″ | 1′9″ | 1′23″ | 1′23″ | 1) |
| 2) 3158. | 2′1″ | 3′58″ | 7′30″ | 1′49″ | 2′17″ | 2′13″ | 2) |
| 3) 1052.6 | 3′15″ | 6′53″ | 16′36″ | 3′5″ | 3′17″ | 4′ | 3) |
| 4) 350.88 | 5′44″ | 12′54″ | 29′28″ | 4′55″ | 6′4″ | 7′38″ | 4) |
| 5) 109.41 | 9′7″ | 20′30″ | 35′17″ | 8′10″ | 11′21″ | 14′36″ | 5) |
| 6) 33.96 | 17′41″ | 33′ | 42′58″ | 12′54″ | 16′17″ | 20′38″ | 6) |
| 7) 11.32 | 27′40″ | 54′12″ | 1°13′39″ | 17′25″ | 23′ | 25′51″ | 7) |
| 8) 3.77 | 44′36″ | 1°25′56″ | 2°43′35″ | 33′41″ | 41′15″ | 41′15″ | 8) |
| 9) 1.26 | 47′57″ | 3°45′51″ | 5′50″ | 46′53″ | 1°22′30″ | 1°19′19″ | 9) |

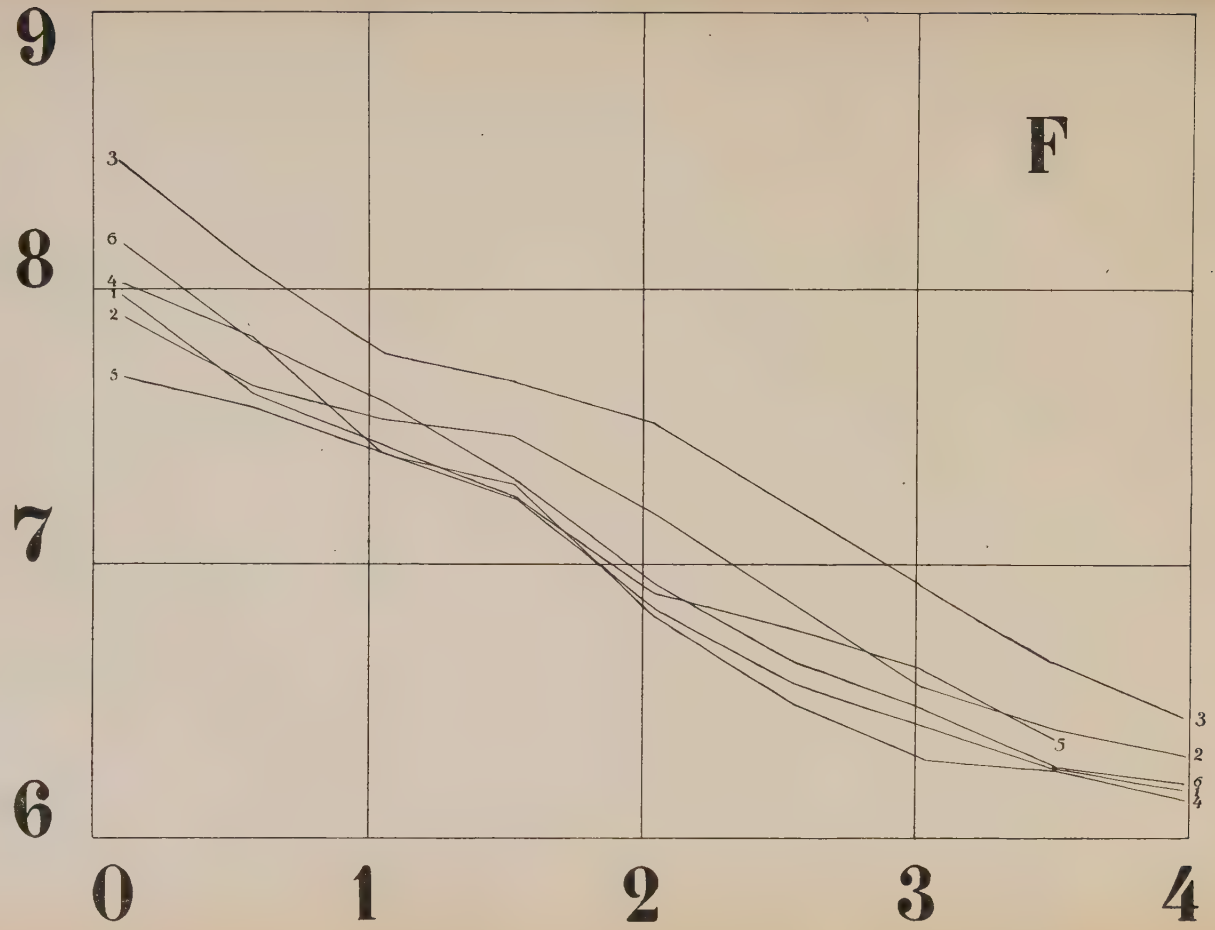

8
7
6
0
1
2
3
4
1 5 6 4
2
3
A
3
6
1 4 2 5

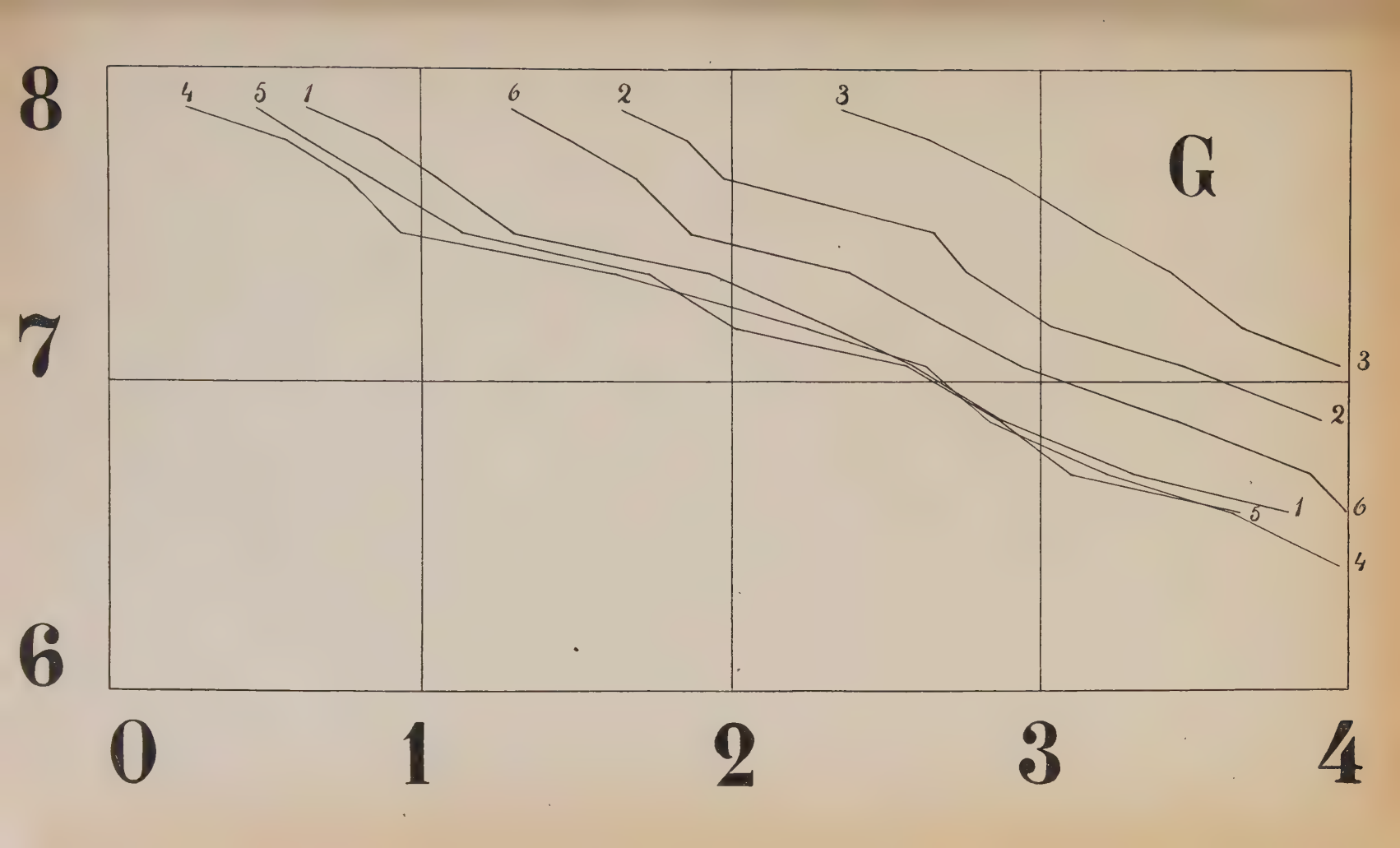

9
8
7
6
0
1
2
3
4
B
3
2
6
5
1
4
3
2
5
4
1
6

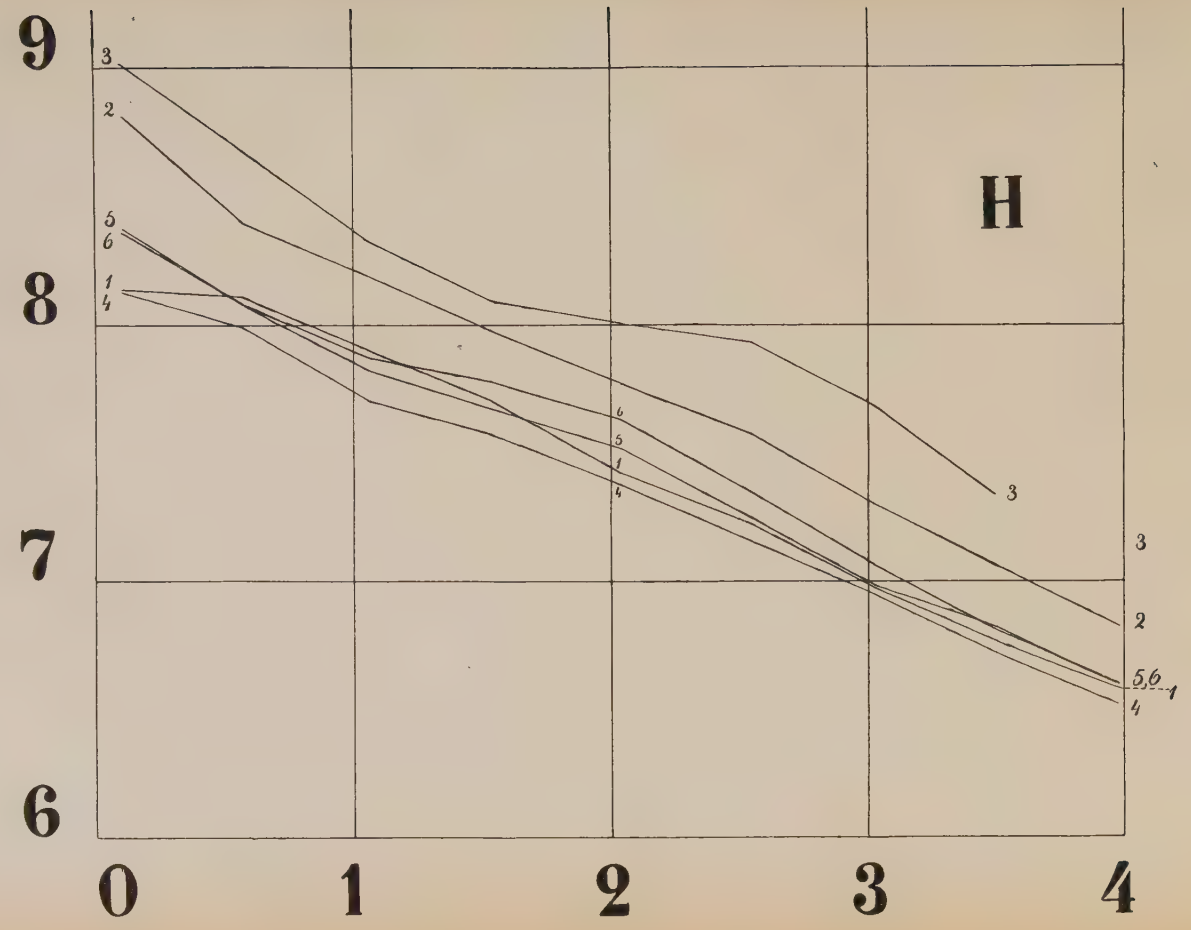

8
7
6
0
1
2
3
4
C
4 5 1
6
2
3
3
2
6
4
1
5

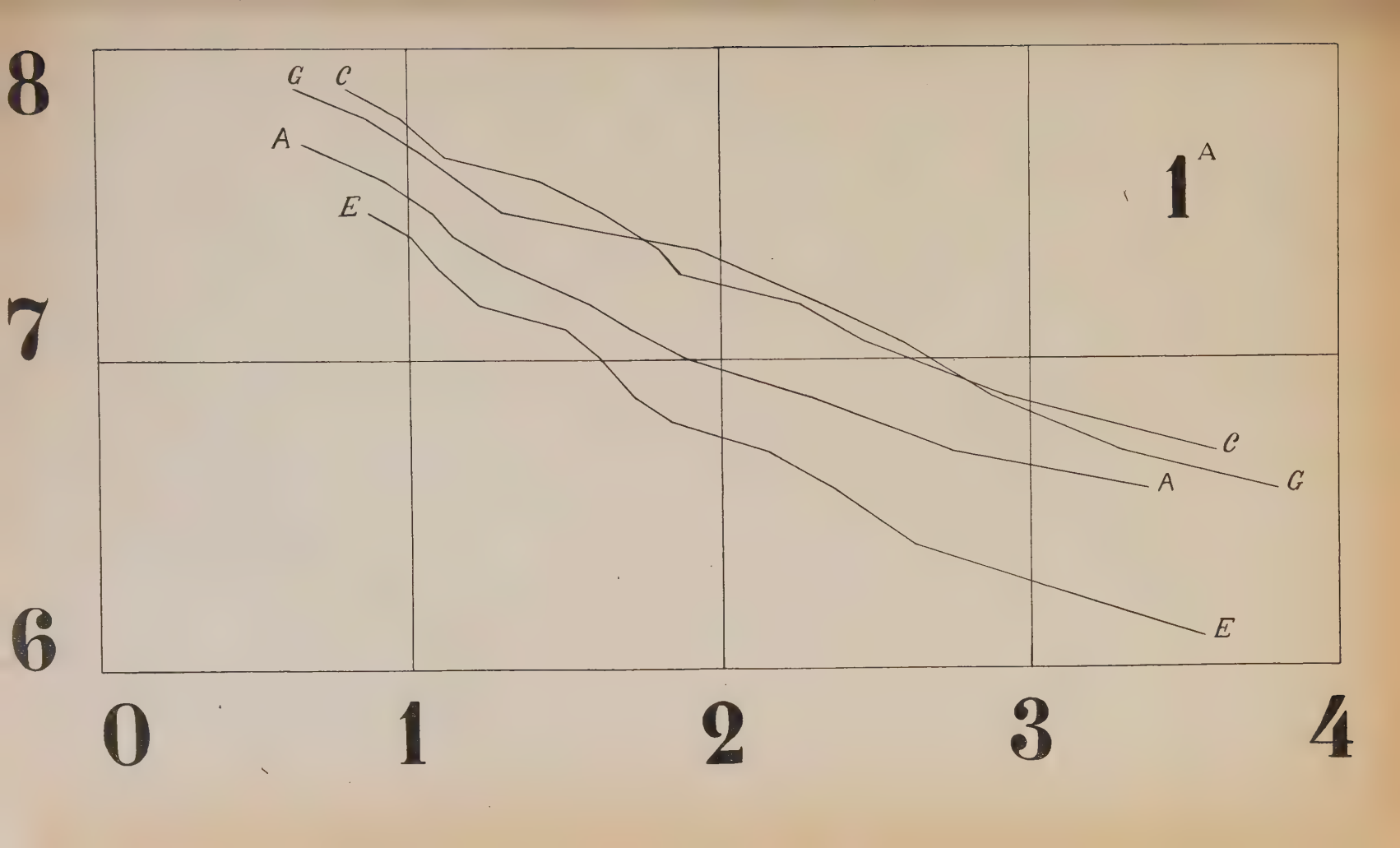

9
8
7
6
0
1
2
3
4
D
3
2
6
1
4
5
3
2
1
5
6
4

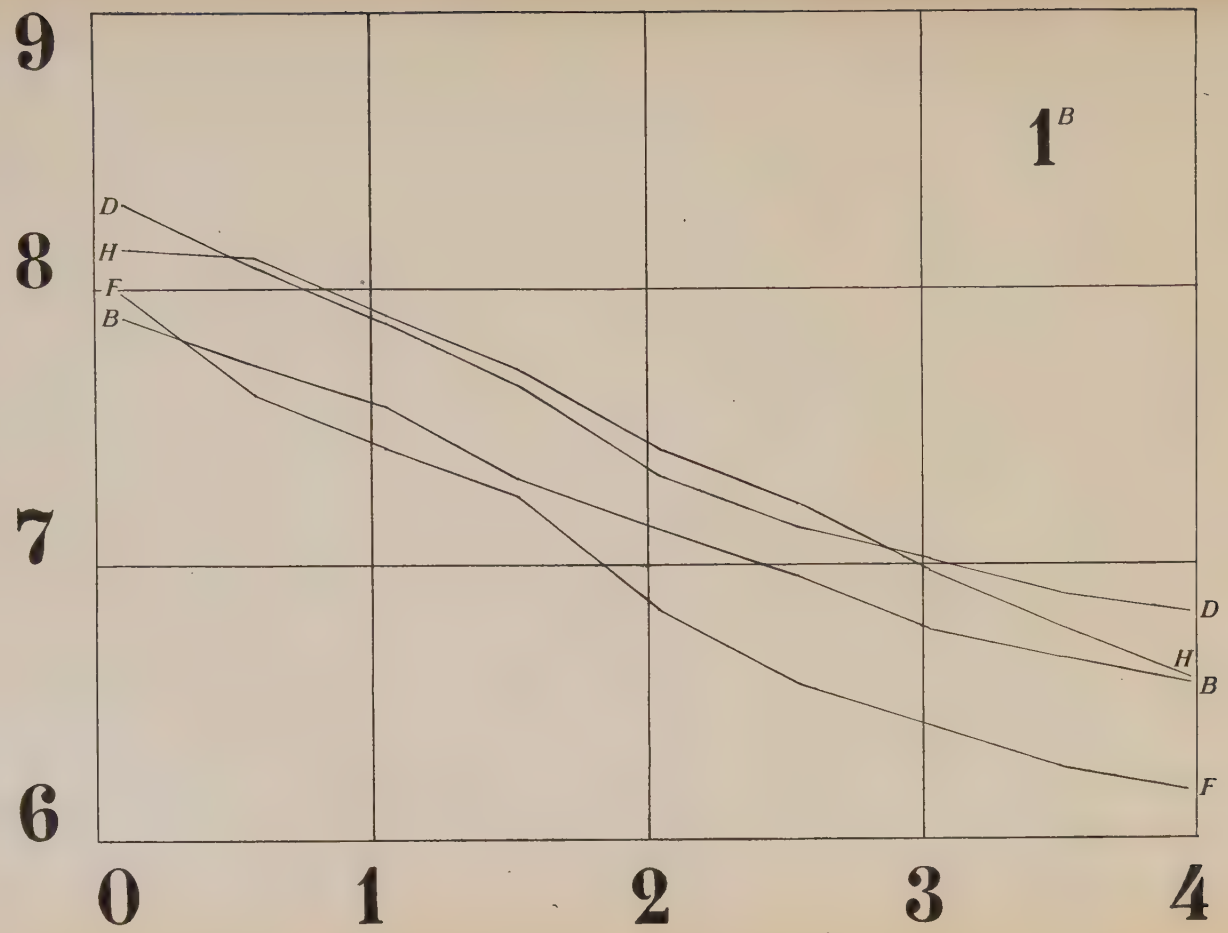

8
7
6
0
1
2
3
4
E
4 5 1 6
2
3
3
2
5
1
6 4

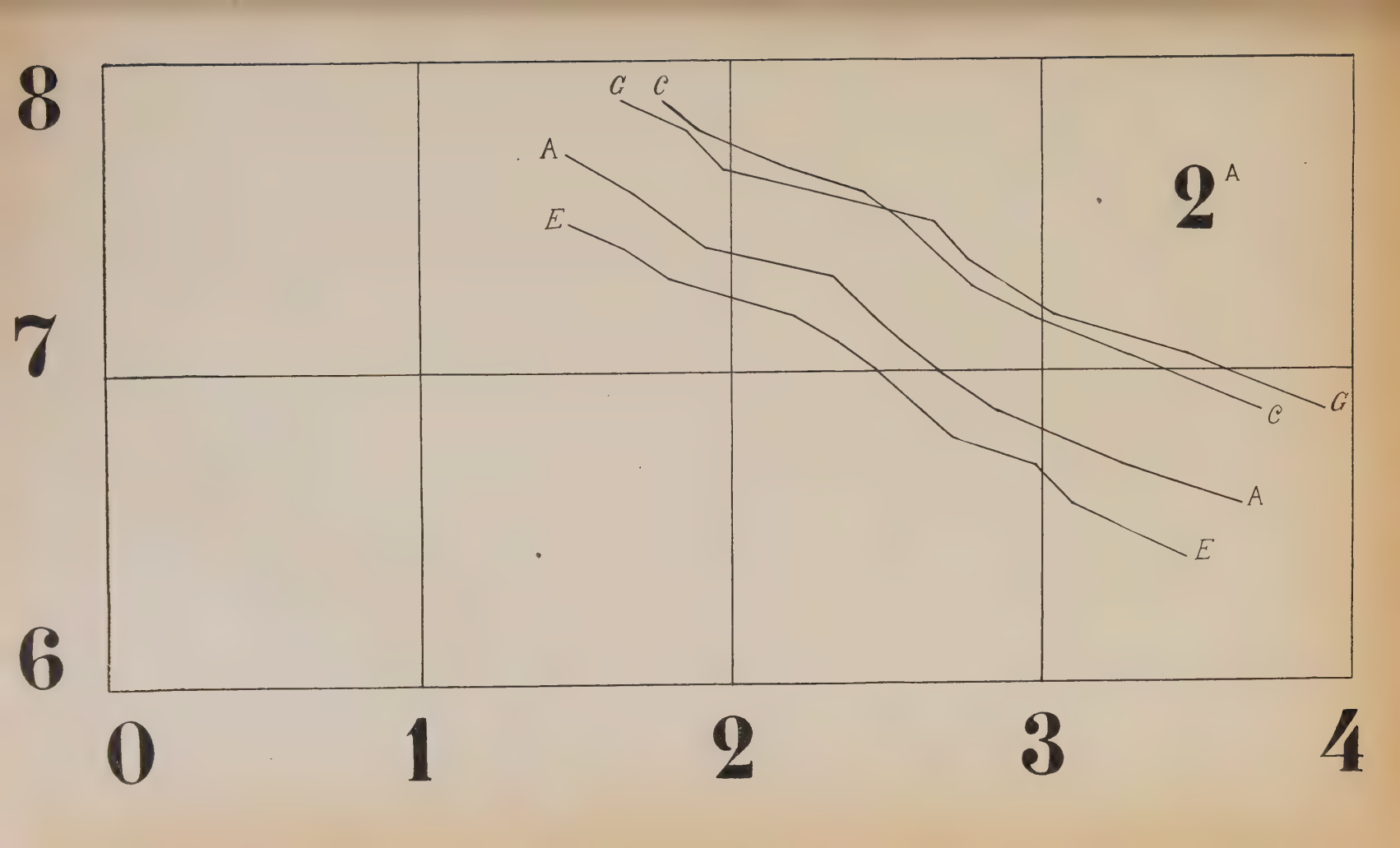

F
9
8
7
6
0
1
2
3
4
3
6
4
1
2
5
3
2
6
1
4
5

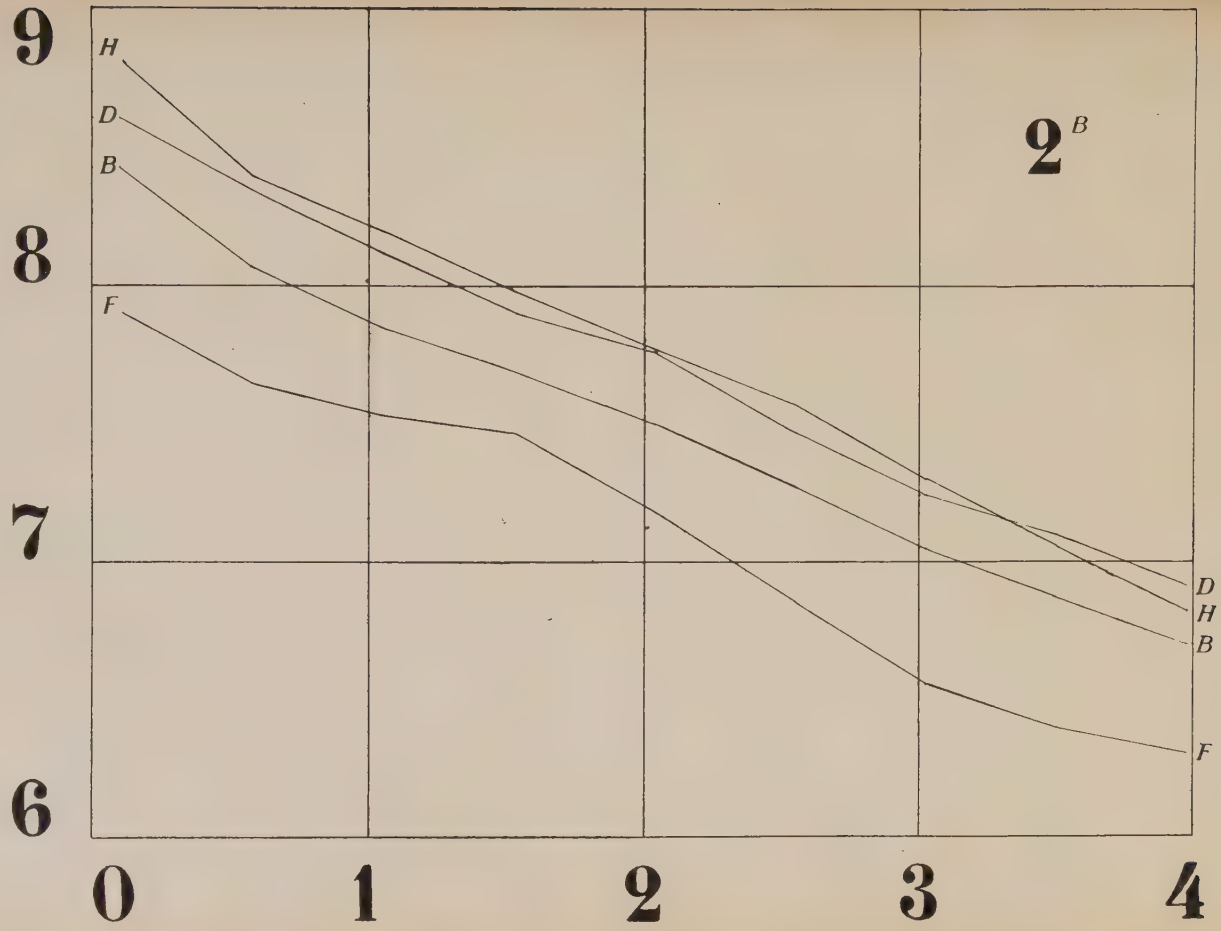

8
7
6
0
1
2
3
4
G
4
5
1
6
2
3
3
2
6
1
5
4

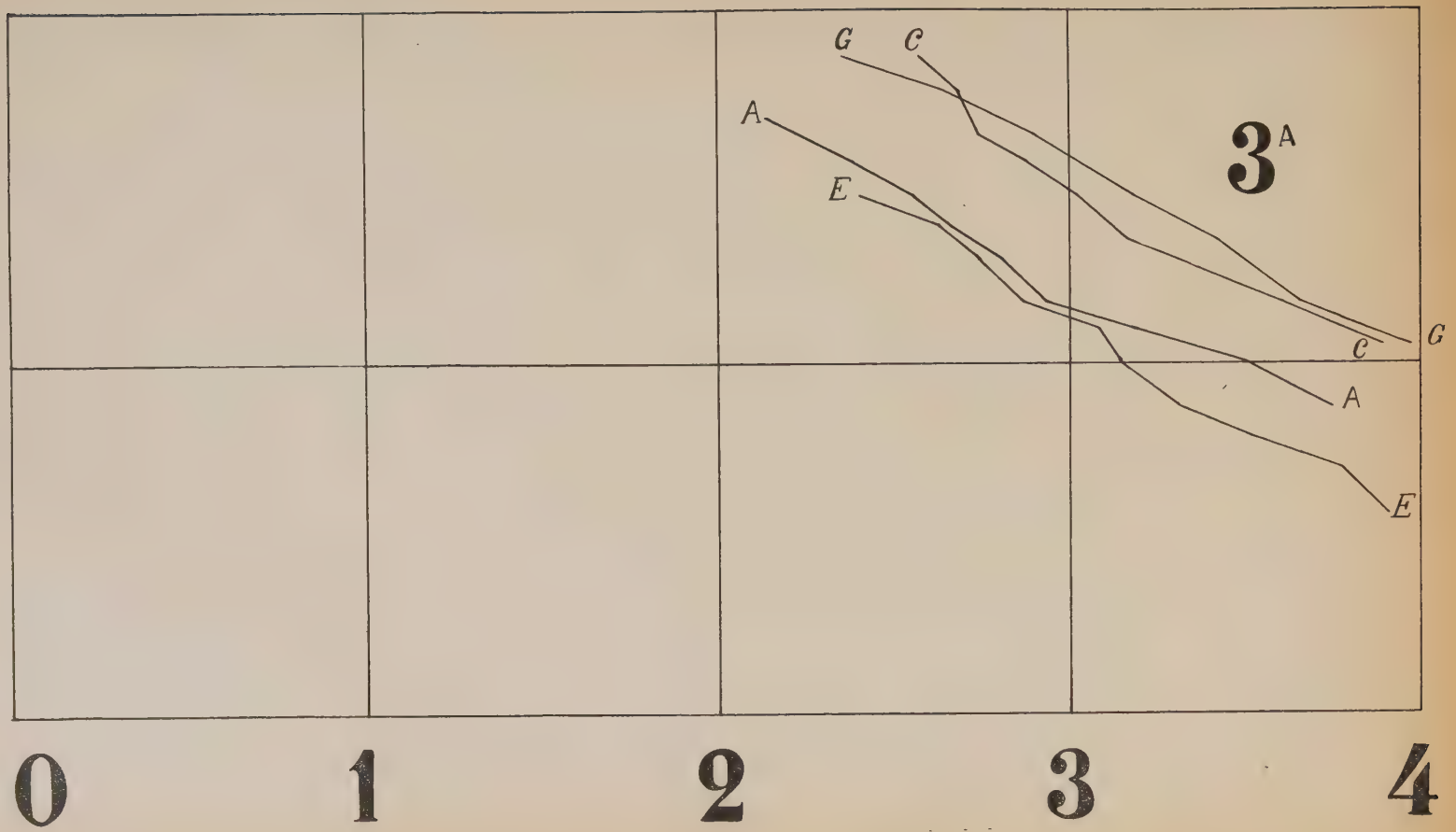

9
8
7
6
0
1
2
3
4
H
3
2
5
6
1
4
6
5
1
4
3
2
5,6
1
4

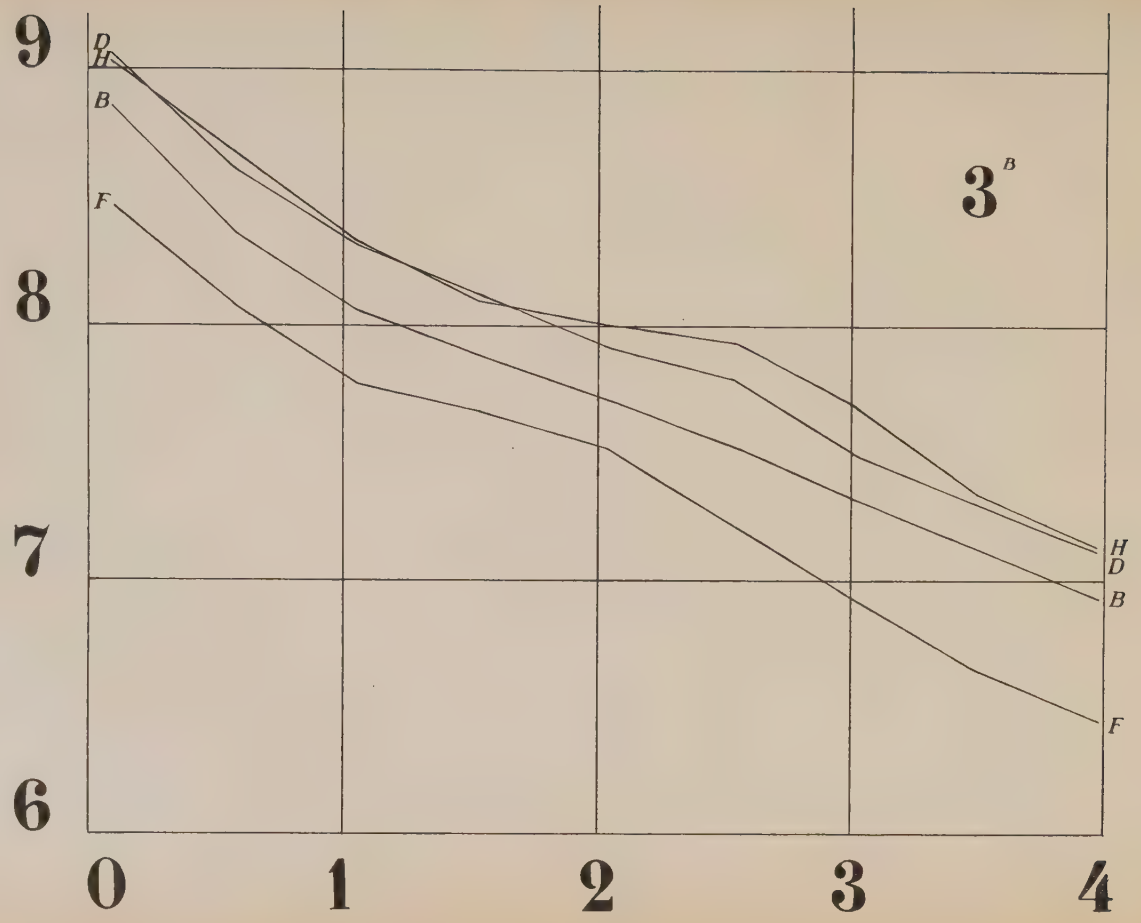

8
7
6
0
1
2
3
4
G
C
A
E
1 A
C
A
G
E

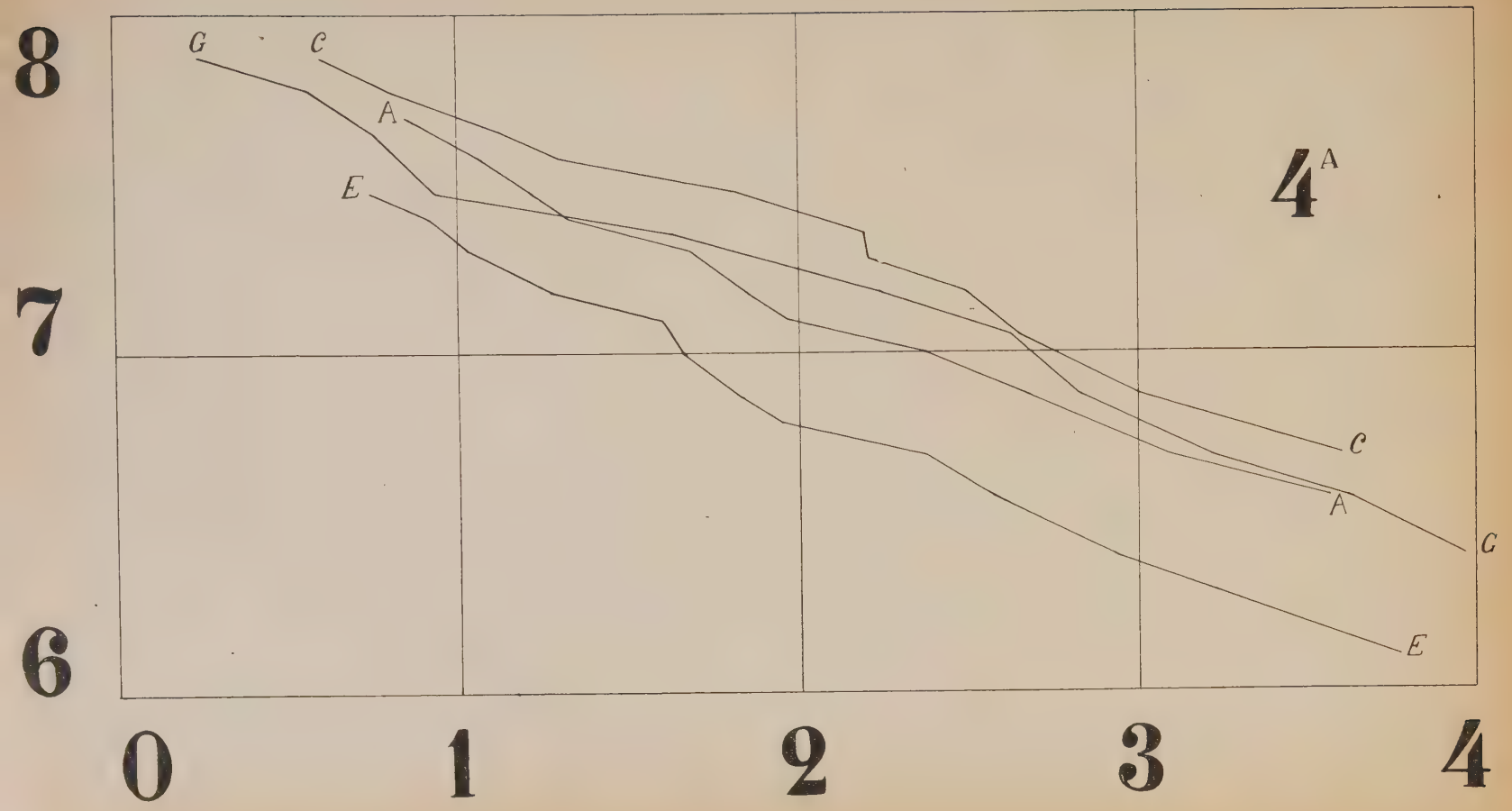

9
8
7
6
0
1
2
3
4
1B
D
H
F
B
D
H
B
F

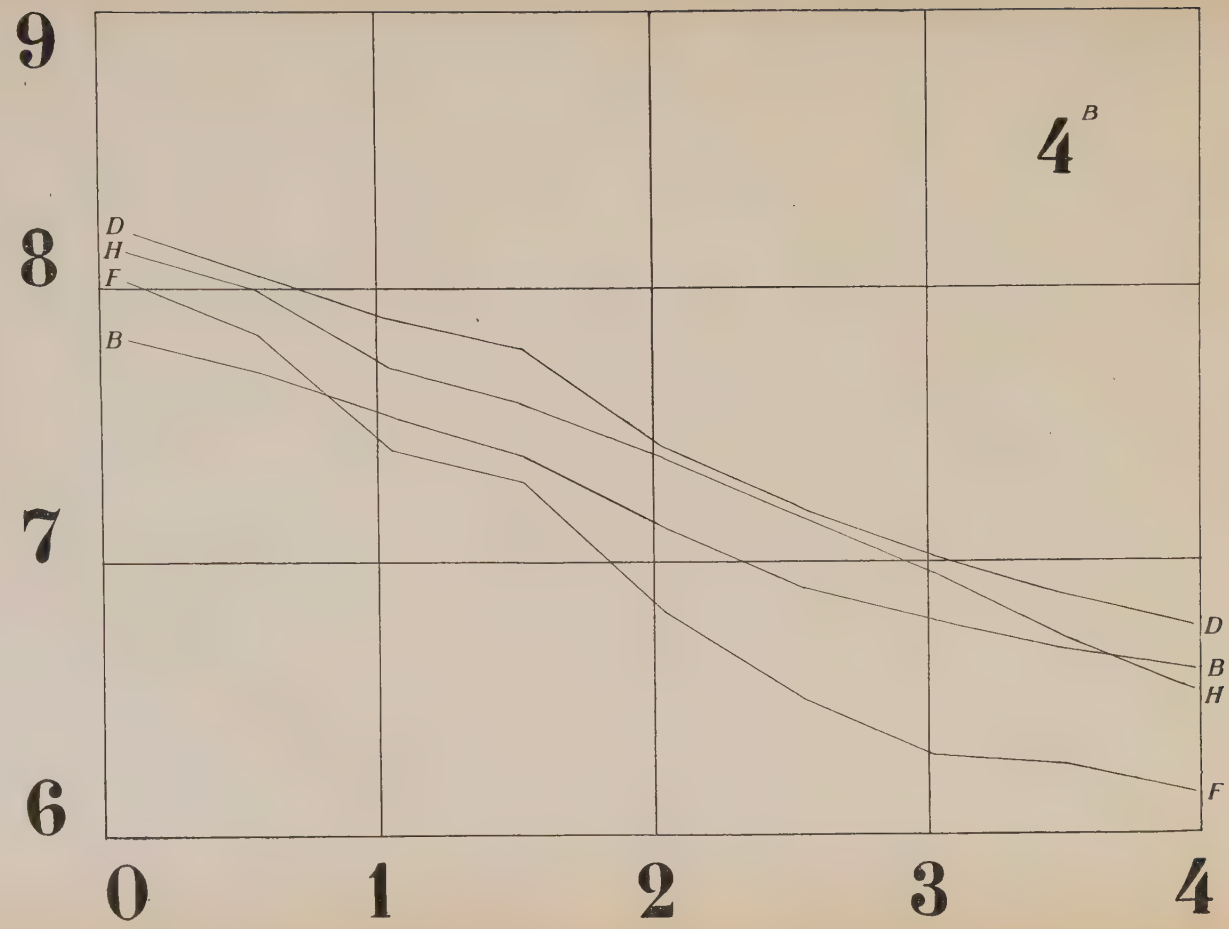

8
7
6
0
1
2
3
4
C C
A
E
2 A
C
G
A
E

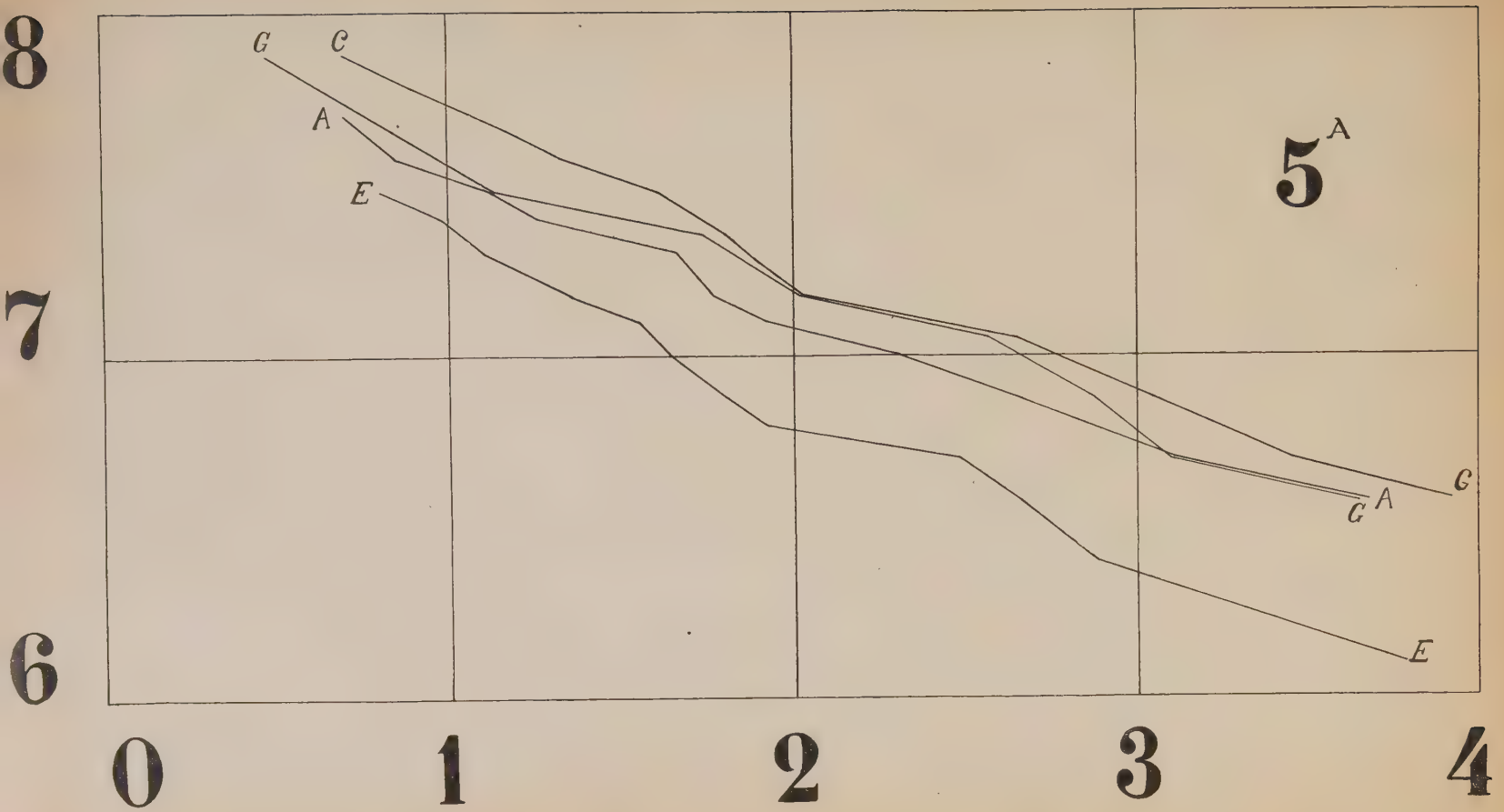

9
8
7
6
0
1
2
3
4
H
D
B
F
2 B
D
H
B
F

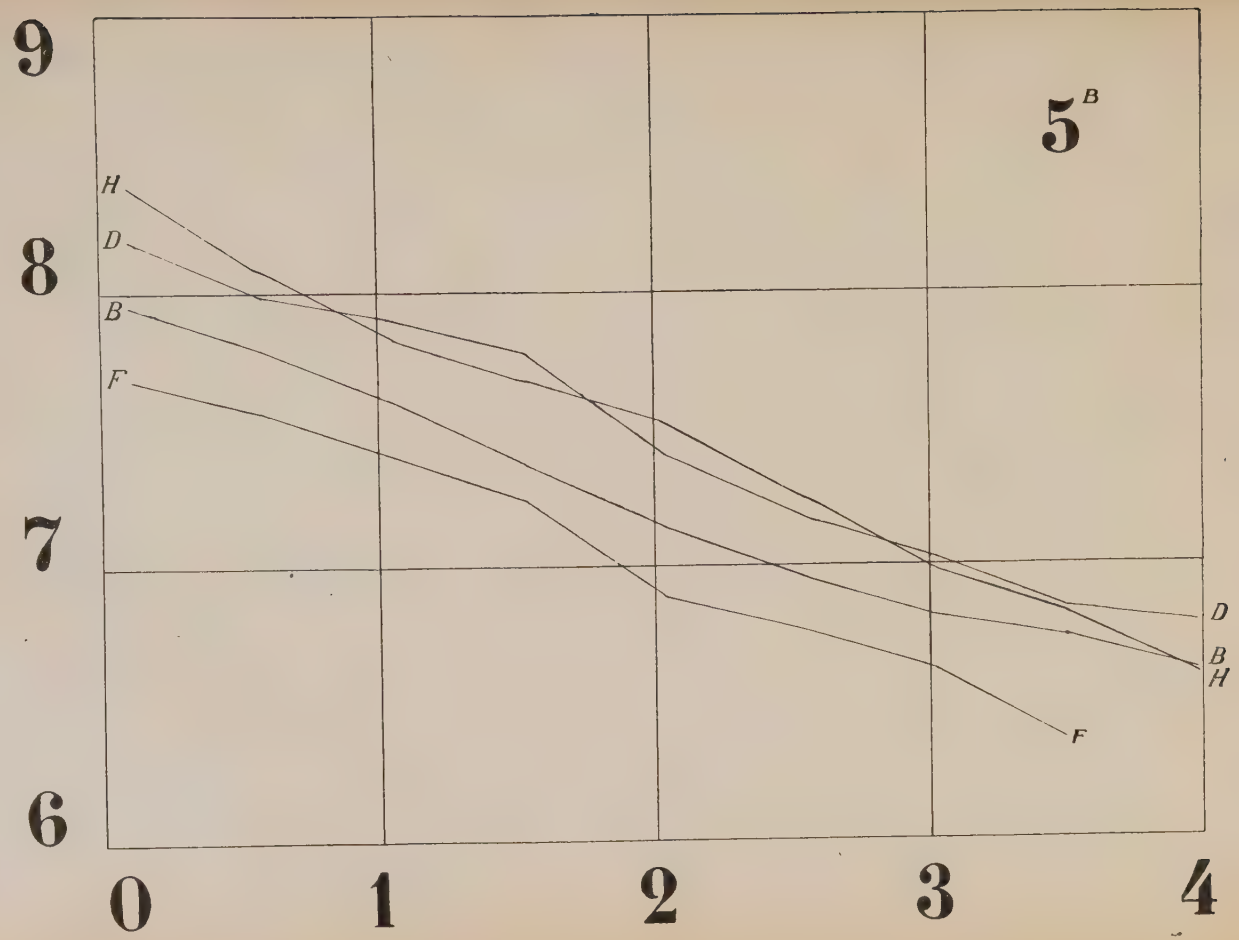

8
7
6
0
1
2
3
4
G
C
A
E
3A
G
C
A
E

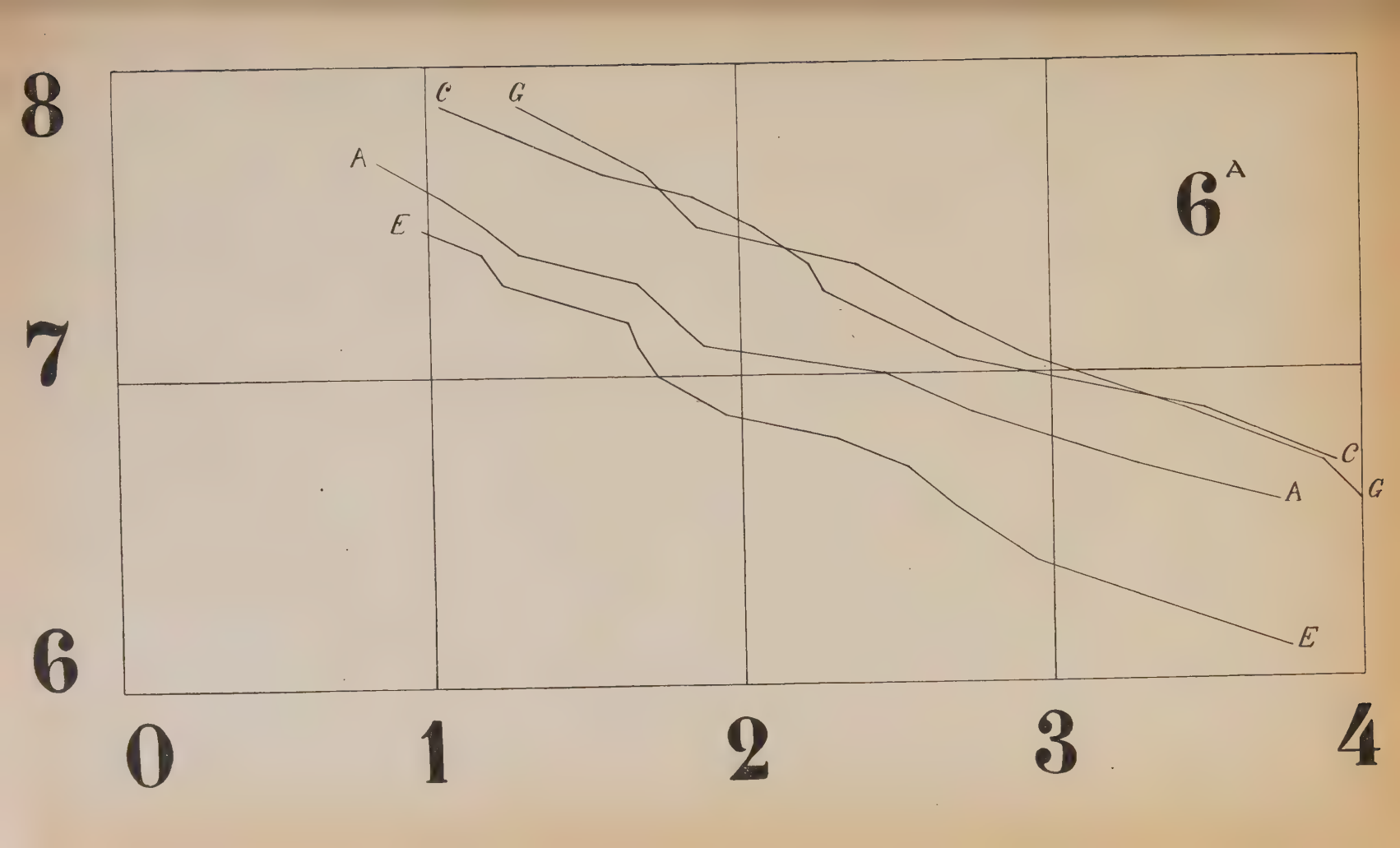

9
8
7
6
0
1
2
3
4
D
H
B
F
3 B
H
D
B
F

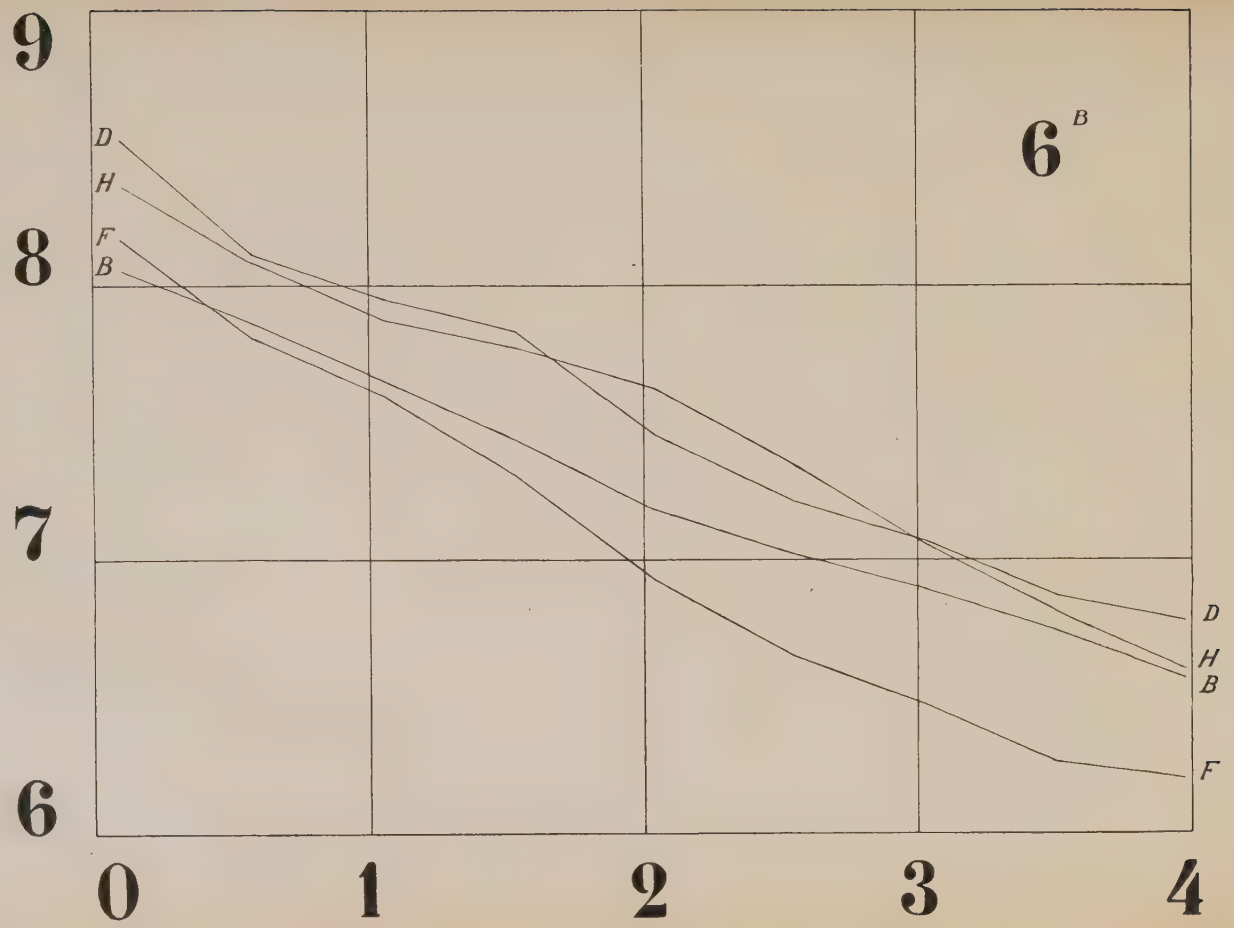

8
7
6
0
1
2
3
4
G
C
A
E
4A
C
A
G
E


9
8
7
6
0
1
2
3
4
4 B
D
H
F
B
D
B
H
F


8
7
6
0
1
2
3
4
G
C
A
E
5 A
G
A
G
E


9
8
7
6
0
1
2
3
4
5 B
H
D
B
F
D
B
H
F


8
7
6
0
1
2
3
4
C
G
A
E
6 A
C
G
A
E


9
8
7
6
0
1
2
3
4
D
H
F
B
6 B
D
H
B
F

# STELLINGEN.

# STELLINGEN.

I.

De meeste myopen zijn hemeraloop.

II.

De gewaarwordingscirkel heeft een grens, beneden welke hij, ook bij sterk licht en sterk contrast, niet kan worden waargenomen.

III.

Wanneer een kraamvrouw 14 dagen over tijd is wekke men de baring op.

IV.

Bij operabel portiocarcinoom verrichte men alleen amputatie van de portio, en passe daarna Röntgenbestraling toe.

V.

In gevallen van cardiospasmus, waarin het bougiseeren der cardia geen afdoende verbetering brengt, verrichte men de operatie volgens Heller.

VI.

Bij blaaspapilloom verdient de zoogenaamde thermocoagulatie de voorkeur boven de excisie.

VII.

Bij multiple sclerose komt een vorm van strabismus voor, die niet uitsluitend op oogspierverlammingen berust.

VIII.

De maximale pupilverwijding gedurende den slaap berust op de afwezigheid van sensibele, sensorische en psychische prikkels.

IX.

Waar de oorzaak van het ulcus ventriculi volkomen onbekend is, kan de therapie slecht palliatief zijn.

X.

Het is wenschelijk dat aan ieder ziekenhuis een dieetkeuken wordt verbonden.

XI.

Tegen myomata uteri is Röntgenbestraling dikwijls een zeer goede therapie.

XII.

Bij scrophulose is een poging met kalktoevoer zeer aan te bevelen.

XIII.

De door Koeppe opnieuw verdedigde meening dat het primaire glaucoom een gevolg zou zijn van verstopping door pigment der afvoerende lymphwegen van het oog, is onjuist.

XIV.

De bestraling met de Quarzlamp ondersteunt in de kindergeneeskunde het natuurlijke genezingsproces van sommige vormen van tuberculose, en is goed te gebruiken als suggestieve therapie.

XV.

Bij het geven van voorschriften betreffende de inrichting van werkplaatsen, houde de hygienist niet slechts rekening met wat voor normale personen moet worden geëischt.